

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Електронної та біомедичної інженерії _____

Кафедра _____ Мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв _____

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

(позначення документа)

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ УТИЛІЗАЦІЇ ЗМІННИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ
ПОРТАТИВНИХ ТА СТАЦІОНАРНИХ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ
(тема)

Виконав: студент 2 курсу, групи ЕПІ 19-1
Прядка Я.М.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 171 Електроніка
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма «Електронні прилади та
пристрої»
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф., д.ф.-м.н. Бондаренко І.М
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

— _____ Бондаренко І.М
(підпис) (прізвище, ініціали)

2020 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Електронної та біомедичної інженерії _____

Кафедра _____ Мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв _____

Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

Спеціальність _____ 171 «Електроніка» _____
(код і повна назва)

Тип програми _____ освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма _____ «Електронні прилади та пристрої» _____
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри Бондаренко І.М.
(підпис)

«____» _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ
НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові _____ Прядка Ярослав Михайлович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ «Аналіз проблем утилізації змінних джерел живлення портативних та стаціонарних електронних засобів» _____

затверджена наказом по університету від _____ 6 _____ листопад _____ 2020 р. № 1561ст _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 20 ____ р.

3. Вихідні дані до роботи _____ Провести оцінку ступеню поширення змінних джерел живлення портативних і стаціонарних електронних засобів різного призначення та екологічних ризиків їх утилізації _____

Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

1. Напрямки та перспективи застосування змінних джерел живлення. _____
2. Класифікація змінних джерел живлення за принципом дії, матеріалів, що застосовуються, габаритами, терміном експлуатації, ступеню поширення. _____
3. Технології утилізації різних типів змінних джерел живлення. _____
4. Умови зниження екологічних ризиків утилізації змінних джерел живлення. _____

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів)

Презентація – комп'ютерні ілюстрації (слайди) 18 шт.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою роботи	30.07-23.08.2020	
2	Аналіз обраної літератури	24.08-10.09.2020	
3	Підготовка першого розділу роботи	11.09-01.10.2020	
4	Підготовка другого розділу роботи	02.10-20.10.2020	
5	Підготовка третього та четвертого розділів роботи	21.10-25.11.2020	
6	Оформлення пояснювальної записки	26.11-01.12.2020	
7	Оформлення ілюстративного матеріалу	02.12-03.12.2020	

Дата видачі завдання 25 серпня 2020 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Бондаренко І.М
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка атестаційної роботи містить: 47 сторінок; 15 рисунок; 2 таблиці; 13 джерел.

АКУМУЛЯТОР, ЕКОЛОГІЯ, ЗМІННІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ,
ПЕРЕРОБКА, УТИЛІЗАЦІЯ

Об'єкт дослідження – утилізації змінних джерел живлення.

Мета роботи – аналіз проблеми утилізації електронних засобів.

Метод дослідження – теоретичний, експериментальний

У роботі досліджуються найпоширеніші методи утилізації змінних джерел живлення огляд екологічної ситуації в різних країнах.

ABSTRACT

The explanatory note attestation work contains: 47 pages; 15 drawing; 2 tables; 13 sources.

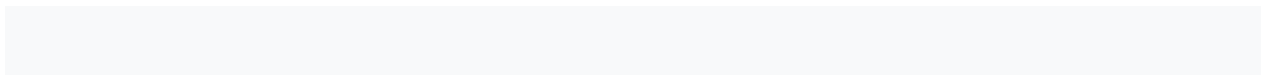
BATTERY, ECOLOGY, POWER SOURCE VARIABLES, PROCESSING, DISPOSAL

The object of research is the utilization of variable power sources.

The purpose of the work is to analyze the problem of utilization of electronic means.

Research method - theoretical, experimental

The paper examines the most common methods of utilization of variable power sources and reviews the environmental situation in different countries.



ЗМІСТ

ВИЗНАЧЕННЯ, ПОЗНАЧЕННЯ І СКОРОЧЕННЯ.....	7
ВСТУП.....	8
1 НАПРЯМКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗМІННИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ.....	9
1.1 Змінних джерел живлення.....	9
1.2 Перспективи змінних джерел живлення.....	10
2 КЛАСИФІКАЦІЯ ЗМІННИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ЗА ПРИНЦИПОМ ДІЇ, МАТЕРІАЛІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ, ГАБАРИТАМИ, ТЕРМІНОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, СТУПЕНЮ ПОШИРЕННЯ.....	13
2.1 Принцип дії змінних джерел живлення.....	13
2.2 Свинцево-кислотний акумулятор	13
2.3 Літій-іонний акумулятор	17
2.4 Останні розробки науки на стезі акумуляторів.....	20
2.4.1 Алюміній-іонний акумулятор.....	20
2.4.2 Гнучкі акумуляторні батареї.....	23
3 ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ РІЗНИХ ТИПІВ ЗМІННИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ.....	26
3.1 Використані джерела живлення	26
3.2 Клас небезпеки акумуляторних батарей.....	27
3.3 Утилізація автомобільних акумуляторів.....	28
3.4 Переробка батарейок на основі літію.....	30
3.5 Небезпека батарейок для екології.....	35
4 УМОВИ ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ УТИЛІЗАЦІЇ ЗМІННИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ.....	33
4.1 Екологічний ризик.....	33
4.2. Утилізація хімічних джерел струму в різних країнах.....	35
ВИСНОВКИ.....	45
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	46
ДОДАТОК А Відомість атестаційної роботи.....	48
ДОДАТОК Б Презентація.....	49

ВИЗНАЧЕННЯ, ПОЗНАЧЕННЯ І СКОРОЧЕННЯ

У пояснювальній записці застосовують наступні терміни з відповідними визначеннями:

ХДС – хімічні джерела струму

ЄС – Європейського Союзу

АКБ – Акумуляторні батареї

ВСТУП

Все більш широке використання електричного і електронного обладнання та його раннє старіння призвело до скупчення великої кількості електронних відходів. Якщо не обробляти належним чином така величезна кількість відходів, це може привести до різних шкідливих впливів на біотичні, а також абіотичні компоненти екосистеми. Правильне поводження з відходами вимагає хорошої утилізації і поліпшені механізми. Комерційні організації, як правило, більше концентруються на економічних аспектах, а не на правилах утилізації відходів навколишнього середовища. Таким чином, для рентабельного вилучення повторно використовуваних матеріалів і стійкості навколишнього середовища, ефективна утилізація цих відходів просто незамінна, і розглядається як виклик для сьогоденного суспільства.

У світі в цілому, досить мало інтересу приділяється екодизайну електричних і електротехнічних виробів. В підсумку формуються продукти, які для власної переробки вимагають застосування великого числа технологічних приладів і пристосувань. З вичерпаним терміном експлуатації обладнання, чия робота перебуває в залежності від електричного струму або ж електричного поля відноситься до електронних і електричних відходів. В останні роки чисельність покупців електричного обладнання швидко збільшилася. Згідно останнім дослідженням науковців, створення електронного та електричного оснащення збільшується досить швидко, тобто в межах 3-5% в рік.

Переробка електронних відходів є важливим питанням не тільки з точки зору поводження з небезпечними відходами, а й з точки зору відновлення цінних матеріалів.

1 НАПРЯМКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗМІННИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ

1.1 Зміні джерел живлення.

Електричний акумулятор - хімічне джерело струму багаторазової дії, який може бути знову заряджений після розряду. Вторинний елемент, в процесі заряду функціонує як електролітична комірка (електролізер). У первинному елементі використовується мимовільна хімічна реакція. В електролізері електрична енергія викликає бажану хімічну реакцію. Перезарядка акумулятора відбувається шляхом пропускання струму зовнішнього джерела. Акумулятор (лат. Accumulator збирач, від лат. Accumulo збираю, нагромаджую) - пристрій для накопичення енергії з метою її подальшого використання.

Акумуляторна батарея конструктивно виконується, як правило, в єдиному корпусі в якому знаходяться декілька з'єднаних електрично акумуляторних елементів. Назовні корпусу виведені зазвичай 2 контакту для під'єднання до зарядного пристрою або споживає ланцюга. Акумуляторна батарея може мати також допоміжні пристрої, що забезпечують ефективність і безпеку її експлуатації: тремо датчики, електронні пристрої захисту як акумуляторних елементів, що входять до складу батареї, так і батареї в цілому (наприклад, у літій-іонного акумулятора). Акумуляторна батарея і батарея гальванічних елементів використовується в якості джерела постійного струму.

Багато реакції, використовувані в гальванічних (первинних) елементах непридатні для акумуляторів навіть в разі їх оборотності, так як цикл розряд - заряд може змінити стан електродів. Найбільшого поширення набули свинцеві і лужні (залізно-нікелеві і кадмій-нікелеві) акумулятори, також використовуються цинк-срібні, цинк-повітряні і марганцеві. Два і більш

аккумулятора для підвищення напруги, струму, потужності або надійності можуть бути гальванічна з'єднані в аккумуляторну батарею.

Використовується для циклічного накопичення енергії (через заряд-розряд) і автономного електроживлення різних електротехнічних пристроїв і обладнання, а також для забезпечення резервних джерел енергії в медицині, виробництві, транспорті та в інших сферах.

1.2 Перспективи змінних джерел живлення

З кожним роком зростає кількість пристроїв, що працюють від аккумуляторних батарей. Вони стають складніше, споживають більше електроенергії (останнє, зокрема, відноситься до мобільних пристроїв з великими і яскравими екранами, а також різними модулями бездротового зв'язку). Ця обставина в поєднанні зі зростаючою конкуренцією змушує розробників шукати перспективні технології виготовлення аккумуляторів, які дозволили б випускати легкі, компактні і при цьому - більш місткі батареї. Прагнучи досягти цієї мети, виробники в наші дні йдуть декількома шляхами.

Відправною точкою для всіх перспективних ідей сьогодні є літій-іонні аккумулятори. Вони мають високу енергетичну щільність (здатність зберігати певну кількість енергії на одиницю маси), не схильні до «ефекту пам'яті». Виробники удосконалюють електроліт, який використовується в літій-іонних аккумуляторах (мова йде про безводної рідини на основі солей літію), підвищуючи енергетичну щільність джерел живлення.

Рух по цьому шляху нерідко призводить до проблеми: аккумуляторні батареї починають сильно грітися, що може бути небезпечним. Рішення було запропоновано компанією Toyota в 2010 році: фахівці японського авто концерну почали використовувати в якості електроліту тверда речовина. Розроблені аккумулятори виділяють менше тепла, при цьому вони стійкі до

високих температур і не вимагають активного охолодження. Передбачається, що їх серійне виробництво почнеться в 2014-2015 роках.

На сьогоднішній день літій-іонні батареї є досить дорогими виробами для того, щоб використовувати їх в якості тягових акумуляторів для електронавантажувачів, електрокарів, полемічних машин і інших акумуляторних машин. Тому в цій галузі набули широкого поширення свинцево-кислотні тягові акумуляторні батареї з електролітом на основі розчину сірчаної кислоти.

Так як традиційні обслуговуються акумулятори мають ряд суттєвих недоліків, пов'язаних, в першу чергу, з необхідністю доливання електроліту в процесі їх експлуатації та виділенням газу під час зарядки, виробники пішли по шляху створення необслуговуваних АКБ. Зараз великою популярністю користуються дві основні різновиди необслуговуваних тягових акумуляторів: гелеві і AGM. У гелевих акумуляторах електроліт (розчин сірчаної кислоти) за допомогою спеціальних технологій загущувальну до стану гелю, в який і занурюються свинцеві пластини-електроди. В акумуляторах, що виготовляються за технологією AGM (Absorbent Glass Mat) розчин електроліту іммобілізований за рахунок безлічі мікроскопічних пір спеціального скловолокна, яким заповнений простір між пластинами і навколо них. Обидві перераховані різновиди акумуляторів є герметизованими і не вимагають доливання електроліту протягом усього терміну експлуатації.

Прагнучи поліпшити характеристики акумуляторних батарей, виробники працюють не тільки над електролітом, а й над електродами. Традиційно в літій-іонних АКБ застосовуються графітові електрооди. В наші дні розробники намагаються замінити їх елементами з кремнію, завдяки чому значно збільшується акумуляційна здатність. Авторство ще однієї перспективної розробки належить компанії IBM. Її фахівці створили літій-кисневий акумулятор, до складу якого входить пориста вуглецева мембрана. Вона, граючи роль одного з електродів, наповнюється киснем атмосферного

повітря і вступає в реакцію з літієм. Енергетична щільність такого акумулятора в кілька десятків разів вище, ніж щільність «звичайних» літій-іонних батарей.

Підкреслюю, що вище були перераховані далеко не всі сучасні розробки, що дозволяють поліпшити характеристики пристроїв, які акумулюють електроенергію. Вчені Мерілендського університету прагнуть збільшити площу електродів, застосовуючи для цього, зокрема, трубчасті віруси тютюнової мозаїки, покриті шаром металу. Фахівці Політехнічного інституту Ренсселіра (штат Нью-Йорк) покривають електроди «наночашками» («nanoscoops») - найдрібнішими кремнієвими елементами, стискаються і розтягуються в процесі експлуатації. Існування цих та багатьох інших технологій дозволяє з упевненістю стверджувати: вже через кілька років ми отримаємо можливість користуватися новими акумуляторами, які за своїми характеристиками будуть багаторазово перевершувати пристрої, доступні в наші дні.

2 КЛАСИФІКАЦІЯ ЗМІННИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ЗА ПРИНЦИПОМ ДІЇ, МАТЕРІАЛІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ, ГАБАРИТАМИ, ТЕРМІНОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, СТУПЕНЮ ПОШИРЕННЯ

2.1 Принцип дії змінних джерел живлення

Принцип дії акумулятора заснований на оборотності хімічної реакції. Працездатність акумулятора може бути відновлена шляхом заряду, тобто пропусканням електричного струму в напрямку, протилежному напрямку струму при розряді. Кілька акумуляторів, об'єднаних в одну електричну ланцюг, складають акумуляторну батарею.

2.2 Свинцево-кислотний акумулятор

Свинцево-кислотний акумулятор - тип акумуляторів, який отримав широке поширення зважаючи на помірну ціну, непоганого ресурсу (від 500 циклів і більше), високою питомою потужністю. Основні області застосування: стартерні акумуляторні батареї в транспортних засобах, аварійні джерела електроенергії, резервні джерела енергії. Строго кажучи, акумулятором називається один елемент акумуляторної батареї, але в просторіччі «акумулятором» називають акумуляторну батарею (скільки б в ній не було елементів)

Досить проста схема типового функціонального генератора, представлена на рис. 2.1. ілюструє принцип побудови цього пристрою. У генераторі можуть використовуватися будь-які універсальні операційні підсилювачі з різнополярним живленням і симетричними передавальними характеристиками.

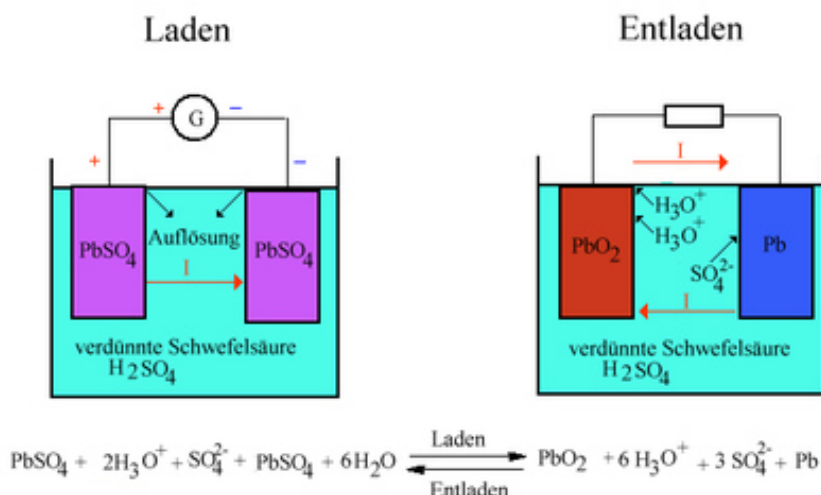


Рисунок 2.1 – Схема свинцево-кислотного акумулятора при зарядці (зліва) і при підключенні споживача електричного струму

Принцип роботи свинцево-кислотних акумуляторів заснований на електрохімічних реакціях свинцю і діоксиду свинцю у водному розчині сірчаної кислоти.

При підключенні до електродів акумулятора зовнішнього навантаження починається електрохімічна реакція взаємодії оксиду свинцю і сірчаної кислоти, при цьому металевий свинець окислюється до сульфату свинцю (в класичному варіанті акумулятора). Проведені дослідження показали, що при розряді акумулятора протікає як мінімум ~ 60 різних реакцій, близько 20 з яких протікають без участі кислоти електроліту.

Під час розряду відбувається відновлення діоксиду свинцю на катоді і окислення свинцю на аноді. При заряді протікають зворотні реакції. При перезаряді акумулятора, після вичерпання сульфату свинцю, починається електроліз води, при цьому на аноді (позитивний електрод) виділяється кисень, а на катоді - водень.

При розряді акумулятора з електроліту витрачається сірчана кислота і виділяється щодо легша вода, щільність електроліту падає. При заряді відбувається зворотний процес. В кінці заряду, коли кількість сульфату свинцю на електродах знижується нижче деякого критичного значення,

починає переважати процес електролізу води. Газоподібні водень і кисень виділяються з електроліту у вигляді бульбашок - так зване «кипіння» при перезаряді. Це небажане явище, при заряді його слід по можливості уникати, так як при цьому вода необоротно витрачається, наростає щільність електроліту і є ризик вибуху газів, що утворюються. Тому більшість зарядних пристроїв знижує зарядний струм при підвищенні напруги акумулятора

Елемент свинцево-кислотного акумулятора складається з електродів і розділових пористих пластин, виготовлених з матеріалу, що не взаємодіє з кислотою, що перешкоджають замикання електродів (сепараторів), які занурені в електроліт. Електроди представляють собою плоскі решітки з металевого свинцю. В осередку цих ґрат запресовані порошки діоксиду свинцю (PbO_2) - в анодних пластинах і металевого свинцю - в катодних пластинах. Застосування порошків збільшує поверхню розділу електроліт - тверда речовина, тим самим збільшує електричну ємність акумулятора.

Електроди разом з сепараторами занурені в електроліт, який представляє собою водний розчин сірчаної кислоти. Для приготування розчину кислоти застосовують дистильовану воду.

Електрична провідність електроліту залежить від концентрації сірчаної кислоти і при кімнатній температурі максимальна при масовій частці кислоти 35%, що відповідає щільності електроліту $1,26 \text{ г / см}^3$. Чим більше провідність електроліту, тим менше внутрішній опір акумулятора, і, відповідно, нижче втрати енергії на ньому. Однак, на практиці в районах з холодним кліматом застосовуються і більш високі концентрації сірчаної кислоти, до $1,29\text{-}1,31 \text{ г / см}^3$, це пов'язано з тим, що при зниженні концентрації через розряду електроліт може замерзнути, а при замерзанні утворюється лід, який може розірвати банки акумулятора і пошкоджує губчастий матеріал пластин.

Існують експериментальні розробки акумуляторів, де свинцеві решітки замінюють пластинами з переплетених ниток вуглецевого волокна, покритих

тонкою свинцевою плівкою. При цьому використовується менша кількість свинцю, розподіленого по великій площі, що дозволяє виготовити акумулятор не тільки компактним і легким, при інших рівних параметрах, але і значно більш ефективним - крім більшого ККД, заряджається значно швидше традиційних акумуляторів.

Найчастіше свинцево-кислотні акумулятори застосовуються в складі акумуляторної батареї з номінальною напругою 4, 6 і 12 В, рідше з іншим кратним 2 напругою. По-окремо майже не застосовуються. Промисловістю випускаються варіанти обслуговуються (заливання електроліту, дистильованої води, контроль щільності електроліту, його заміна) і не обслуговуються в герметичному корпусі (виключається проливання електроліту при змін положення, перевертань) акумуляторних батарей.

Акумуляторні батареї можуть випускатися сухо зарядженими (без залитого електроліту), що збільшує їх термін зберігання і не вимагає періодичного обслуговування при зберіганні, заливка проводиться перед введенням в експлуатацію.

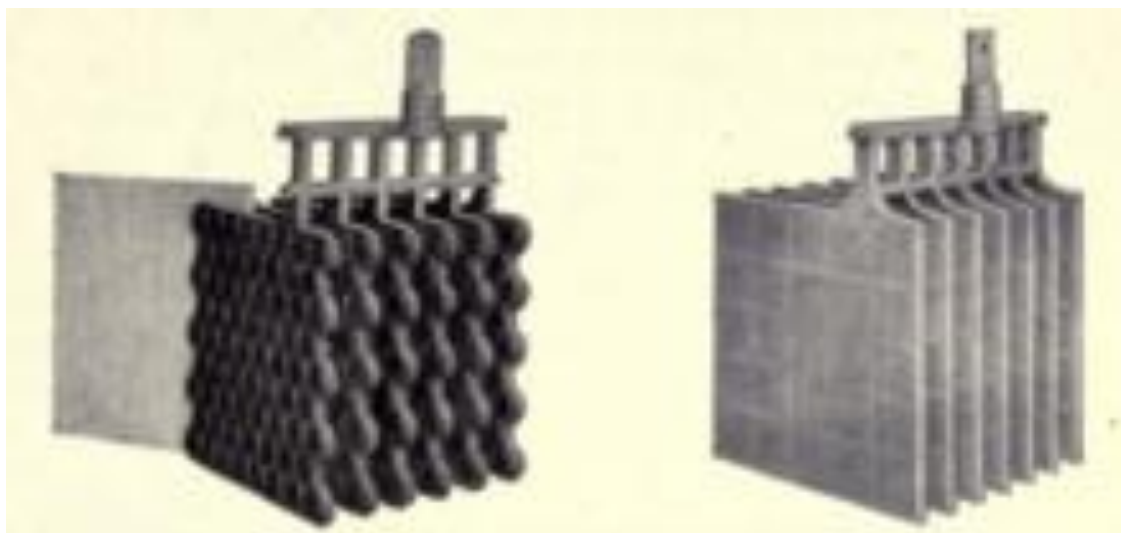


Рисунок 2.2 – Варіанти електрода свинцево-кислотного акумулятора

В акумуляторах, що застосовуються в побутових ДБЖ, системах охоронної сигналізації та ін. рідкий електроліт загущають водним Лужний

розчин сілікатів натрію ($\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_4$) до пастоподібного стану. Це так звані гелеві акумулятори (GEL), що мають тривалий ресурс. Інший варіант Виконання - з пористих сепараторами з склотканина (AGM), допускаються більш жорсткі режими заряду

2.3 Літій-іонний акумулятор

Літій-іонний акумулятор (Li-ion) - тип електричного акумулятора, який широко поширений в сучасній побутовій електронній техніці і знаходить своє застосування в якості джерела енергії в електромобілях і накопичувачах енергії в енергетичних системах. Це найпопулярніший тип акумуляторів в таких пристроях як стільникові телефони, ноутбуки, цифрові фотоапарати, відеокамери і електромобілі.



Рисунок 2.3 – Літій-іонний акумулятор циліндричні

Літій-іонний акумулятор складається з електродів (катодного матеріалу на алюмінієвій фользі і анодного матеріалу на мідній фользі), розділених пористим сепаратором, просоченим електролітом. Пакет електродів поміщений в герметичний корпус, катоди і аноди приєднані до клем-струмозійомника. Корпус іноді оснащують запобіжним клапаном, скидальним внутрішній тиск при аварійних ситуаціях або порушеннях умов експлуатації. Літій-іонні акумулятори розрізняються за типом використовуваного катодного матеріалу. Переносником заряду в літій-іонному акумуляторі є позитивно заряджений іон літію, який має здатність впроваджуватися (інтеркалювання) в кристалічну решітку інших матеріалів (наприклад, в графіт, оксиди і солі металів) з утворенням хімічного зв'язку, наприклад: в графіт з утворенням LiC_6 , оксиди (LiMnO_2) і солі (LiMnRON) металів.

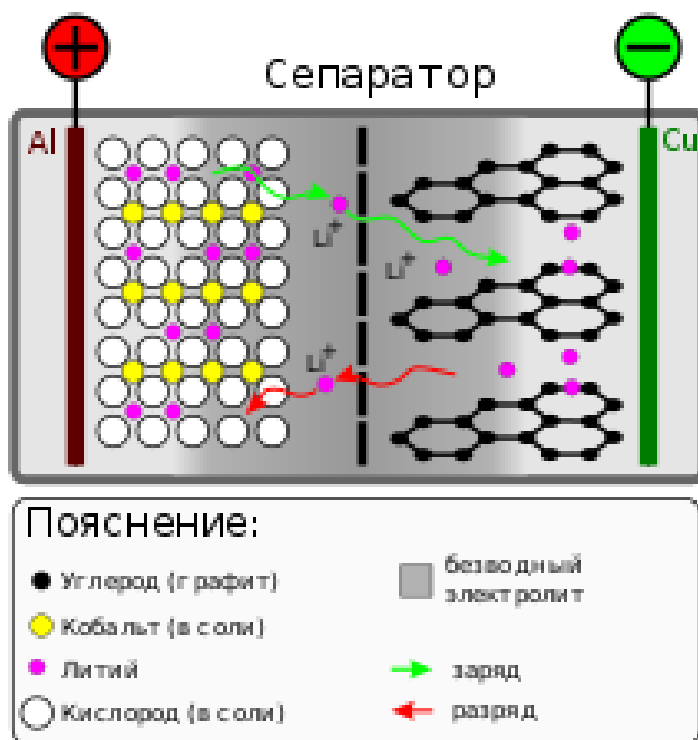


Рисунок 2.4 – Літій-іонний акумулятор. Схема роботи

Спочатку в якості негативних пластин застосовувався металевий літій, потім - кам'яновугільний кокс. Надалі почали застосовувати графіт. Застосування оксидів кобальту дозволяє акумуляторам працювати при

значно нижчих температурах, підвищує кількість циклів розряду / заряду одного акумулятора. Поширення літій-залізо-фосфатних акумуляторів обумовлено їх відносно низькою вартістю. Літій-іонні акумулятори застосовуються в комплекті з системою контролю і управління - SKU або BMS (battery management system), - і спеціальним пристроєм заряду / розряду.

В даний час в масовому виробництві літій-іонних акумуляторів використовуються три класи катодних матеріалів

- кобальтат літію LiCoO_2 і тверді розчини на основі ізоструктурні йому нікелата літію
- літій-марганцева шпінель LiMn_2O_4
- літій-феррофосфат LiFePO_4 .

Завдяки низькому саморозряду і великій кількості циклів заряду / розряду, Li-ion-акумулятори найкращими є для застосування в альтернативній енергетиці. При цьому, крім системи SKU вони укомплектовуються інверторами (перетворювачі напруги).

Глибокий розряд повністю виводить з ладу літій-іонний акумулятор. Також на життєвий цикл акумуляторів впливає глибина його розряду перед черговою зарядкою і зарядка струмами вище встановлених виробником. Через низький внутрішній опір акумулятора зарядний струм сильно залежить від напруги на його клеммах під час зарядки. Струм зарядки залежить від різниці напруг між акумулятором і зарядним пристроєм і від опору як самого акумулятора, так і підводяться до нього проводів. Збільшення напруги зарядки на 4% може призводити до збільшення струму зарядки в 10 разів, що негативно позначається на акумуляторі, при недостатньому відводі тепла він перегрівається і деградує. В результаті, якщо напруга на акумуляторі перевищити всього на 4%, він буде вдвічі швидше втрачати ємність від циклу до циклу. Літієві акумулятори старіють, навіть якщо не використовуються. Відповідно, немає сенсу купувати акумулятор «про запас» або надмірно захоплюватися «економією» його ресурсу.

2.4 Останні розробки науки на стезі акумуляторів

2.4.1 Алюміній-іонний акумулятор.

Майже тридцятирічний пошук шляхів вдосконалення алюміній-іонного акумулятора наближається до свого фіналу. Перший акумулятор з алюмінієвим анодом, здатний швидко заряджається, при цьому недорогий і довговічний, розробили вчені з Стенфордського університету.

Дослідники впевнено заявляють, що їх дітище цілком може стати безпечною альтернативою літій-іонним акумуляторам, усюди застосовується сьогодні, а також лужним батареям, які екологічно шкідливі.

Не зайвим буде згадати, що літій-іонні акумулятори часом займаються. Професор хімії Хонгжі Дай впевнений, що його нова батарея не займеться, навіть якщо просвердлити її наскрізь. Колеги професора Дая охарактеризували нові акумулятори як «надшвидкої акумуляторні алюміній - іонні акумулятори».

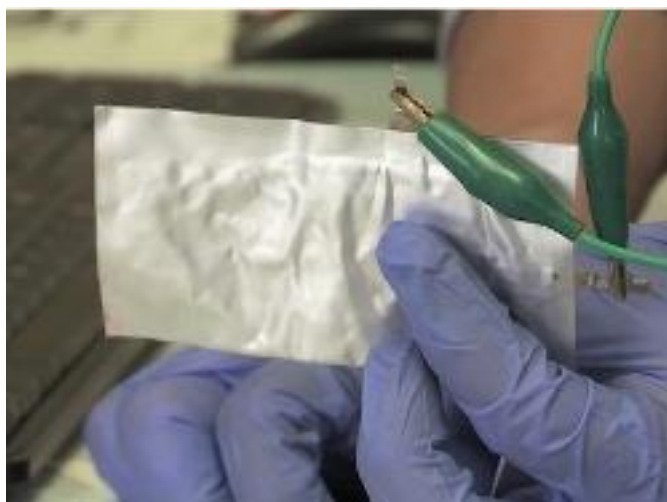


Рисунок 2.5 – Прототип алюмінієвого акумулятора

З огляду на низьку вартість, пожежної безпеки, і здатності створювати значну електроємність, алюміній вже давно привернув увагу дослідників, проте багато років пішли на створення комерційно життєздатною алюміній-

іонної батареї, яка могла б виробляти достатню напругу навіть після багатьох циклів заряду-розряду.

Вченим потрібно було подолати багато перешкод, в числі яких: розпад матеріалу катода, низька напруга розряду осередку (близько 0,55 вольт), втрата ємності і недостатній життєвий цикл (менше 100 циклів), швидка втрата потужності (від 26 до 85 відсотків через 100 циклів).

Тепер же вчені представили акумуляторну батарею на основі алюмінію з високою стабільністю, в який вони використовували металевий анод з алюмінію в парі з катодом з тривимірною графітової піни. До цього було перепробовано багато різних матеріалів для катода, і рішення на користь графіту було знайдено зовсім випадково. Вчені з групи Хонгжі Дайя визначили кілька типів графітового матеріалу, які показують досить високу продуктивність.

У своїх експериментальних зразках, команда Стенфордського університету помістила алюмінієвий анод, графітовий катод, і безпечний рідкий іонний електроліт, що складається в основному з розчинів солей, в гнучкий полімерний пакет.



Рисунок 2.6 –Принцип роботи алюміній-іонного акумулятора

Важливою перевагою нових акумуляторів є їх ультрашвидкий зарядка. Зазвичай літій-іонні акумулятори смартфонів заряджаються протягом декількох годин, в той час, як прототип нової технології демонструє безпрецедентну швидкість зарядки до однієї хвилини.

Довговічність нових батарей особливо вражає. Ресурс батареї становить більше 7500 циклів заряду-розряду, причому без втрати потужності. Автори повідомляють, що це перша модель алюміній-іонних батарей, з ультрашвидкий зарядкою, і стабільністю в тисячі циклів. А типовий літій-іонний акумулятор витримує лише 1000 циклів.

Примітною особливістю алюмінієвої батареї є її гнучкість. Акумулятор можна згинати, що говорить про потенційну можливість його застосування в гнучких гаджетах. Крім усього іншого, алюміній значно дешевше літію.

Перспективним бачиться використання таких батарей для зберігання відновлюваної енергії з метою її резервування для подальшого забезпечення електричних мереж, оскільки за останніми даними вчених, алюмінієву батарею можна заряджати десятки тисяч разів.

Всупереч масово використовуваним елементам AA і AAA напругою 1,5 вольт, алюміній-іонний акумулятор генерує напруга близько 2 вольт. Це найвищий з показників, яких будь-хто домогся з алюмінієм, причому в перспективі цей показник буде покращено, заявляють розробники нових акумуляторів.

Досягнуто щільність зберігання енергії 40 Вт-год на кілограм, а у літій-іонних батареях цей показник досягає 206 Вт-годину на кілограм. Однак поліпшення катодного матеріалу, впевнений професор Хонгжі Дай, врешті-решт призведе як до збільшення напруги, так і до підвищення щільності зберігання енергії в акумуляторах алюміній-іонної технології. У будь-якому випадку, ряд переваг перед літій-іонною технологією вже досягнуто. Тут і дешевизна, що поєднується з безпекою, і високошвидкісна зарядка, і гнучкість, і тривалий термін служби.

2.4.2 Гнучкі акумуляторні батареї.

Ні для кого давно не секрет, що акумулятори щільно увійшли в повсякденне життя сучасних людей. Це джерела живлення наших стільникових телефонів, цифрових фотоапаратів, відеокамер, планшетів і ноутбуків, - перераховувати можна нескінченно. Що стосується точних медичних приладів, носяться портативних пристроїв, то тут справа йде найсерйозніше, адже на кону може стояти людське життя.

Незважаючи на досягнення акумуляторної промисловості, як то літієві акумулятори будь-якої форми і будь-яких бажаних розмірів, прогрес в даній області не стоїть на місці, і ось на черзі наступне нововведення - гнучкий акумулятор.

Це акумулятор на основі еластичного полімеру. Якщо з зрідженим електролітом могли виникнути проблеми, пов'язані з безпекою через руйнування розділової плівки при нагріванні в процесі роботи, то у випадку з полімером стабільність матеріалів вельми і вельми висока, стверджують фахівці з Ульсанського Національного інституту науки і технологій Південної Кореї

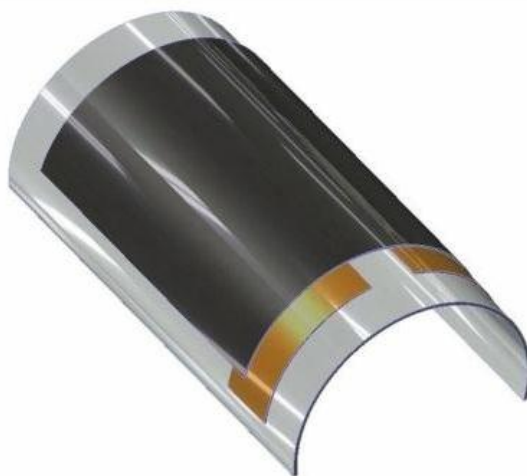


Рисунок 2.7 – Цинк-полімерні гнучкі акумуляторні батарея

Ще один вид гнучких акумуляторів, які можна буде просто друкувати на спеціальному принтері, пропонує каліфорнійська компанія Imprint Energy. Фірма має намір використовувати в своєму нововведенні цинк замість традиційного літію. Цинк-полімерні гнучкі акумуляторні батареї можна буде з успіхом використовувати в переносній мініатюрній медичній електроніці і в автономних сенсорах.

Застосування цинку зробить акумулятори більш компактними, адже цинк не реагує з навколишнім середовищем так, як реагує літій, і його можна не захищати корпусом, а саме виробництво буде абсолютно безпечним. Крім того, ці акумулятори можуть витримувати, не втрачаючи високих характеристик, понад тисячу циклів заряду-розряду. Такі гнучкі і безпечні акумулятори зможуть також з успіхом застосовуватися в імплантується електроніці.

У свою чергу, найбільша корейська хімічна компанія LG Chemical, один з лідерів по виробництву літій-іонних акумуляторів в світі, член корпорації LG, недавно представила споживачам літій-іонний акумулятор абсолютно нового типу. Новинка на вигляд дуже схожа на шматок звичайного електричного кабелю, діаметром близько трьох міліметрів і завдовжки 25 сантиметрів.

Пристрій таке гнучке, що легко може бути зав'язане у вузол. Його можна носити як браслета, і при необхідності можна виготовити навіть тканину з таких батарей.

Хімічно акумулятор працює як будь-який літій-іонний побратим. У нього, як у будь-якого подібного акумулятора, є анод, катод з окису літію-кобальту і електроліт. Однак компоненти розташовані не плоскими шарами, а в формі гнучких спіралей, схожих на довгі тонкі пружини.

Багатожильний мідний електрод, виконаний з міді, покритої сплавом олова і нікелю, виступає в якості катода. Цей багатожильний провід намотується навколо сталевго стрижня, діаметр якого півтора міліметра, і,

по завершенні намотування, стрижень забирається. Анод, що володіє неймовірною гнучкістю готовий.

Поверх спіралі анода укладається аналогічним чином алюмінієва стрічка, потім вся конструкція простягається через суспензію окису літій-кобальту, яка, покривши поверхню алюмінію, стає катодом. Після цього вийшов шнур поміщають в захисну обгортку, і через порожнину, що залишається в центрі, наповнюють рідким електролітом, і це завершальна стадія створення гнучкої акумуляторної батареї.

Гнучкі акумуляторні батареї, які створювалися до цього, представляли собою традиційні плоскі форми, виготовлені з гнучких полімерних матеріалів. Такі батареї мали низьку щільність зберігання енергії, і не могли згинатися більш, ніж могла зігнутися основа із пластику.

У акумуляторів кабельного типу, пропонованих LG Chem, є аналогічні робоча напруга і щільність зберігання енергії, як і у традиційних літій-іонних акумуляторних батарей, проте перевага в тонкощі і гнучкості, а це дозволить реалізовувати абсолютно фантастичні речі.

Перспективи застосування тут просто необмежені, адже, як уже зазначалося, акумулятори всюди використовуються в сучасному світі, а прогрес з кожним разом намічає все нові і нові шляхи розвитку безлічі технологій, починаючи портативною електронікою, і закінчуючи високотехнологічними космічними апаратами, військовою технікою і медичними приладами, рятують життя.

3 ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ РІЗНИХ ТИПІВ ЗМІННИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ

Існує кілька способів розподілити відходи акумуляторів. По-перше, їх можна розсортувати по двом базовим групам одноразові і акумуляторні. По-друге, предметом класифікації може виступати активна речовина:

- Автомобільні комплекси батарей свинцево-кислотного типу. Стандартне виконання електроліту - рідина, однак зустрічаються і сучасні види пристроїв: скловолоконні, гелеві.
- Батарейки на основі нікелю. Клас об'єднує вийшли з ужитку нікель-кадмієві акумулятори, а також джерела живлення NiMH. Це батарейки, де кадмій замінений металгідрид.
- Літієві джерела живлення. Розрізняють літій іонні і полімерні види акумуляторів

Всі перераховані категорії джерела живлення об'єднує єдина проблема, особливо актуальна в сучасних умовах - утилізація акумуляторних батарей.

3.1 Використаними джерелами живлення

Ще кілька років тому утилізація відпрацьованих акумуляторів, особливо пальчикових, не викликала особливих питань: батарейки просто викидали в сміття. Сьогодні переробка акумуляторів стала актуальна, завдяки трьом аспектам:

- масштабне збільшення загального числа батарейок;
- перегляд ставлення до екології;
- зростаюча важливість використання вторинних продуктів.

Тому, викинути звичайну батарейку у сміття - вчинок не тільки легковажний, але і не етичний.

Дійсно, утилізація старих акумуляторів здешевлює виробництво і дозволяє захистити навколишнє середовище від додаткового джерела викиду

свинцю і кислот. Тому, одним з ознак цивілізованого міста, сучасного торгового центру стає наявність пунктів збору використаних акумуляторів, як пальчикових, так і від телефону, ноутбука, планшета.

3.2 Клас небезпеки акумуляторних батарей

Основна маса сучасних батарейок, які використовуються в електронних пристроях, нешкідлива для навколишнього середовища. Це металгібридні і літій-іонів / полімерні акумулятори. Навпаки, відокремлено розглядаються автономні джерела живлення транспортних засобів. Автомобільні акумуляторні батареї - це клас небезпеки 2 по ФККО. Сучасний оборот подібних джерел живлення в Україні перевищує 1.5 мільйони одиниць, що в перерахунку на екологічно небезпечні речовини дає наступні цифри, в тисячах тонн:

- 60 - під свинець;
- 10 - для сірчаної кислоти.

Відповідно до нормативів, встановлених природоохоронним законодавством України, збір відходів автомобільних акумуляторів потрібно робити окремо від іншого вторинної сировини. Зберігатися вони повинні в спеціально відведеному місці. Більш того, піддон під автомобільні акумулятори повинен бути обладнаний таким чином, щоб запобігти витoku електроліту. Оптимальне розташування для контейнера - ремонтна область. При розташуванні піддону на прилеглій території, додатковими вимогами виступають: наявність твердого покриття і присутність навісу. Крім того, відпрацьовані акумулятори повинні не піддаватися механічному впливу.



Рисунок 3.1 – Контейнерах подібного роду повинні зберігатися відпрацьовані акумулятори

3.3 Утилізація автомобільних акумуляторів

Переробка АКБ здійснюється спеціалізованими підприємствами, що володіють відповідним обладнанням. Додатково, потрібен спеціальний підбір або навчання робітничих кадрів та дотримання техніки безпеки на виробництві. Сама переробка акумуляторів, технологія процесу, включає кілька послідовних етапів:

- нейтралізація електроліту;
- демонтаж пластмасового корпусу;
- витяг свинцевих пластин;
- дроблення відходів;
- плавлення металевого вторинної сировини в шахтних печах.

Перший етап має на увазі частковий злив електроліту, з подальшим розрізанням пластикового корпусу АКБ і видаленням залишків водного розчину сірчаної кислоти. Далі відбувається поділ металевих і інших елементів акумулятора, їх дроблення.

Спрощена переробка акумуляторних батарей автомобіля відбувається дещо інакше. Спочатку зливається електроліт: далі кислота нейтралізується всередині герметичних камер, під високотемпературним впливом. Що залишився АКБ надходить на конвеєр, де дробиться на дрібні складові. Для цієї процедури використовуються потужні дробильні верстати. Після їх проходження, дозволений акумулятор являє свинцево-кислотну пасту, а також суміш металевих і пластикових дрібних частинок. Паста відділяється за допомогою процесу фільтрації. Для цього використовуються спеціальні ґратчасті фільтри. Пил, що осів на них паста направляється на подальшу переробку у вигляді металевої суміші.

Для поділу подрібнених частинок свинцю і пластика, склад подається в які заповнюються водою ємності. Подальша сепарація відбувається тривіально: металеві частинки осідають на дно, пластикові елементи збираються з поверхні рідини. Подібна методика ефективна тим, що утилізація свинцевих акумуляторів здійснюється максимально ефективно. Навіть корпус джерела живлення переробляється в пластикові гранули, приносячи позитивний економічний ефект. Виробництво пластмасових нерідко здійснюється сторонніми підприємствами, але при наявності відповідного обладнання може здійснюватися безпосередньо організацією, що займається утилізацією АКБ.

Заключний етап - виділення металу з наступного складу:

- свинцево-кислотного маси,
- знятої з ґратчастих фільтрів;
- металевих роздроблених частинок.

Дана суміш все ще містить певну кількість кислоти, тому процес подальшої її переробки вимагає проведення нейтралізації. Процедура

проводиться додаванням до складу спеціальних хімічних реагентів, що нейтралізують кислоту - див. Статтю Утилізація хімічно-отруйних речовин. Результатом процесу стає метал (частки свинцю), осад і вода. Останні два компоненти видаляються, а свинцеві частинки спрямовуються на завершальну очищення.

Ця процедура починається з просушування металевої маси в печі. Подальше підвищення температури дозволяє відокремити свинець від інших металевих включень. Досягається це, завдяки його низькій температурі плавлення. З розплав свинцю, просто видаляють частинки інших металів. Залишок заливають у спеціальні форми. Результатом переробки стають злитки свинцю досить високої чистоти і пластикові гранули. Перевага даного підходу - автоматизація процесу, що знижує витрати на проведення утилізації акумуляторів.

3.4 Переробка батарейок на основі літію

Утилізація літій іонних акумуляторів володіє низкою відмінних нюансів. Небезпека подібної різновиди відпрацьованих джерел живлення складається в їх потенційної вибухонебезпечності. Літій-іонні батареї, які отримують механічні пошкодження при зберіганні, при попаданні вологи можуть розігріватися до температури 450 0C, внаслідок короткого замикання. Цей процес може викликати вибух або стати джерелом пожежі. Останні моделі подібних акумуляторів мають запобіжним клапаном, що випускає пари в разі критичної ситуації, що не виключає необхідності правильної утилізації подібних джерел живлення.



Рисунок 3.2- Великий літій-іонний акумулятор

Великі акумулятори на основі літію - потенційні джерела витоку тіоніл хлориду або діоксиду сірки, що може викликати викид в атмосферу парів соляної кислоти. Тому переробка Li-іонних акумуляторів необхідна не тільки з економічних міркувань.

Зараз в Європі є ряд вузькоспеціалізованих підприємств, що займаються безпосередньо утилізацією даних джерел живлення. Сама процедура переробки відбувається в кілька етапів:

- демонтаж корпусу в окремому сухому приміщенні;
- витягання вмісту акумулятора;
- усунення електроліту - необхідно вимити солі літію;
- поділ пластин - потрібно відокремити анодні сегменти від катодних;
- очищення пластин від продуктів адгезії;
- переплавлення отриманих металів - міді та алюмінію;
- подрібнення і переробка корпусу.

3.5 Небезпека батарейок для екології

В вміст джерел живлення входять елементи, які при попаданні в ґрунт і воду чинять негативний вплив на природу і людину. Основний склад включає комбінації з металів, кожен з яких небезпечний для навколишнього середовища. Утилізація нарівні зі звичайними побутовими відходами має ряд ризиків:

- небезпека загоряння;
- шкідливі випаровування;
- розкладання елементів.

Шкода батарейок починається після того як вони потрапляють у відро для сміття або просто викидаються на вулиці. Екологи обурені безвідповідальністю людей до свого власного здоров'я, так як руйнується оболонка батарейки починає виділяти шкідливі речовини, такі як ртуть, свинець, нікель, кадмій.

Ці хімічні сполуки при розкладанні:

- потрапляють в ґрунт і підземні води;
- на станції водопостачання шкідливі речовини піддаються очищенню, однак повністю усунути їх з рідини неможливо;
- накопичився отрута разом з водою впливає на рибу та інших річкових мешканців, яких ми вживаємо в їжу;
- при спалюванні на спеціальних переробних заводах батарейки виділяють більш активні хімічні речовини, вони потрапляють в повітря і проникають в рослини і легкі тварин і людини.

Найбільша небезпека від спалювання або розкладання батарейок полягає в тому, що при накопиченні хімічних сполук в організмі людини вони підвищують ризик розвитку онкологічних захворювань, а також впливають на здоров'я плоду під час вагітності.

4 УМОВИ ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ УТИЛІЗАЦІЇ ЗМІННИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ

4.1 Екологічний ризик

Під екологічним ризиком розуміється ймовірність несприятливих для навколишнього середовища наслідків будь-яких змін природних об'єктів і факторів. Ризик розглядається як ймовірність виникнення надзвичайних подій у певний проміжок часу, виражена кількісними параметрами. Частіше розглядається техногенний аспект екологічного ризику - ймовірність виникнення техногенних аварій, що здатні завдати істотної шкоди навколишньому середовищу або здоров'ю людей. Одні ризики конкретні, інші не можуть бути конкретно визначені. Існують професійні ризики - небезпека професійних захворювань.

Екологічний ризик часто розглядають у двох аспектах - потенційний ризик і реальний ризик. Потенційний екологічний ризик - це явище небезпеки порушення стосунків живих організмів з навколишнім середовищем внаслідок дії природних чи антропогенних чинників. Реальний екологічний ризик утворюється потенційним з урахуванням ймовірної частоти його реалізації. За характером прояву екологічний ризик може бути раптовим (техногенна аварія, землетрус тощо) і повільним (зсув, підтоплення, ерозія тощо).

Оцінка ризику - це аналіз причин його виникнення і масштабів прояву в конкретній ситуації. Небезпеку виникнення техногенних аварій, значних за своїми наслідками, більше пов'язують з хімічними та нафтохімічними підприємствами, атомними і тепловими електростанціями, шахтами, каналізаційними спорудами. Ймовірність виникнення техногенних аварій значною мірою визначається ефективністю природоохоронної діяльності. Вітчизняні експерти вважають, що для України ризик виникнення аварій безпосередньо залежить від трьох груп чинників і описується регресійним

рівнянням. Де X_1 - ефективність екологічної політики місцевих органів влади; X_2 - капітальні вкладання в ресурсозберігаюче та природоохоронне устаткування; X_3 - ефективність реалізації екологічних державних програм.

У свою чергу дієвість такої політики (X_1) обумовлюється перш за все прийняттям місцевими Радами ефективних нормативних рішень, що регулюють питання охорони навколишнього середовища.

У групі чинників X_2 провідна роль належить забезпеченню економічного стимулювання екологічних заходів.

Для оцінки екологічного ризику часто використовують технологію "нейронних мереж", яка дає можливість забезпечувати аналітичну підтримку рішень, коли використання традиційних статистичних методів викликає труднощі. Важливою властивістю нейронних мереж є здатність до самонавчання з метою поліпшення якості функціонування, що досягається за допомогою алгоритмів, які навчають і визначають, яким чином мають змінюватися зв'язки у відповідь на вхідну дію.

Моделювання з використанням реальних емпіричних даних дозволило визначити мінімально та максимально можливі рівні ризику виникнення техногенних аварій в регіонах України. Оцінка рівня ризику здійснювалася по 7-бальній шкалі. З'ясувалося, що для зменшення існуючого показника середнього рівня виникнення аварій (3,8 бала) до мінімально можливого (2,17 бала) необхідне підвищення ефективності головних чинників. За оцінкою експертів, ризик виникнення техногенних аварій по регіонах України сильно відрізняється - від 5,5 для Одеської області до 2,1 для Чернігівської. В більшості областей він перевищує 4 і лише в Полтавській, Кіровоградській і Чернігівській - трохи менше 3,0.

Таблиця.4.1 - Значення чинників

Чинник	Ефективність (бали)	
	Існуюча	Необхідна
Капітальні вкладення в охорону природи Ефективність (бали)	2,65	4,37
Капітальні вкладення в ресурсо- та енергозбереження	1,68	2,28
Реалізація програми охорони НПС України	2,83	4,37
Реалізація програми запобігання і реагування на аварії та інші надзвичайні ситуації	3,39	4,42
Реалізація програми охорони земель	2,44	4,08
Екологічна політика місцевої влади	2,65	4,37

4.2 Утилізація хімічних джерел струму в різних країнах

ХДС – хімічні джерела струму, це гальванічні елементи одноразового використання і електричні акумулятори багаторазового застосування

Ринок України споживає 53,6 млн гаджетів в користуванні і 300 тис. портативних комп'ютерів -- імпорту щороку 300 млн. штук ХДС, щороку ввозиться. У вазі це: > 4,5 тисяч тонн на рік > 12 тонн на день.



Рисунок 4.1- Хімічні джерела струму

Частка ХДС у побутовому смітті – 0,25 % маси

Частка токсичних речовин від ХДС у побутовому смітті - > 50 %

За рік :

- 40 кілограмів ртуті;
- 160 кілограмів кадмію ;
- 260 тонн марганцевих сполук ;
- 250 тонн хлоридів.

Хімічні джерела електричного струму (ХДС) – екологічно безпечні джерела енергії у процесі їх використання. Більшість з них герметичні й не обмінюються із навколишнім середовищем хімічними речовинами. Відпрацьовані ХДС належать до групи небезпечних відходів; вони містять їдкі речовини (кислоти, луги, солі), токсичні метали і їх хімічні сполуки (ртуть, кадмій, свинець, нікель, манган тощо).

У багатьох країнах налагоджена система прийому від організацій і приватних осіб використаних ХДС. Технології утилізації відпрацьованих ХДС відомі.

Відпрацьовані ХДС – цінна вторинна сировина. За належного використання вона перетворюється у джерело прибутку.

В Україні не створена широка мережа збирання відпрацьованих ХДС. Цим займаються приватні підприємці із порушенням правил поведінки з небезпечними відходами.

Під час експлуатації кислотних акумуляторів необхідно дотримуватися певних правил, щоб запобігти небезпечним явищам, травмам, хімічним опікам.

Користуватися акумулятором необхідно так, щоб розчин сульфатної кислоти не потрапив на шкіру людини, її слизові оболонки. Якщо це сталося, то місця ураження необхідно ретельно промити розчином натрій гідрокарбонату (харчової соди) і великою кількістю води.

Під час заряджання акумулятора приміщення потрібно добре провітрювати. Якщо це не робити, то водень і кисень, які виділяються внаслідок електролізу води, можуть утворити вибухову суміш.

Після того, як акумулятор відпрацює свій ресурс – він перетворюється в екологічно небезпечний предмет. Відпрацьований електроліт на переробку не приймають і він потрапляє в категорію «проблемних» хімічних речовин.

Категорично забороняється виливати відпрацьований електроліт у водойми, адже це призведе до підвищення кислотності води з усіма негативними, інколи трагічними, наслідками для організмів.

Розчин сульфатної кислоти зі свинцевих акумуляторів може призвести до важких уражень шкіри, очей – «хімічних опіків» – які потребують тривалого й складного лікування, сліди опіків можуть залишитися на все життя людини.

Категорично заборонено висипати на поверхню ґрунту порошок із граток електродів. Порошок активних мас електродів вискодисперсний і буде переноситися вітром, водою, взуттям людей та ногами тварин.

Отруєння свинцем та його сполуками призводить до ураження центральної та периферійної нервових систем, кісткового мозку і крові, судин, порушення синтезу білків і генетичного апарату клітин, супроводжується ембріотоксичною дією.

Електроліти лужних акумуляторів – водні розчини калій гідроксиду чи натрій гідроксиду – їдкі хімічні речовини. Вони небезпечні для людини і об'єктів довкілля.

Потрапивши на шкіру людини вони можуть призвести до „хімічних опіків”, лікування яких тривале.

Щоб уникнути потрапляння лужного електроліту на шкіру чи слизові оболонки людини необхідно працювати у гумових рукавицях, усі ділянки повинні бути захищені оджею із хімічно стійкої тканини, а обличчя закривати спеціальним прозорим захисним екраном.

Якщо лужний електроліт потрапить на шкіру людини, то уражене місце необхідно промити великою кількістю води; бажано розбавленим розчином оцтової або борної кислот.

Екологічно небезпечні хімічні речовини електродних мас лужних акумуляторів. Більшою токсичністю володіє кадмій та його хімічні сполуки.

Описано, що кадмій та його хімічні сполуки приводять до онкологічних захворювань.

На жаль, в інструкціях до кадмієво-нікелевих акумуляторів відсутня інформація про токсичність хімічних речовин і правила поводження з ними.

Вважається, що користувачі не повинні руйнувати акумулятори і попередити потрапляння токсичних речовин у об'єкти довкілля.

Сполуки кадмію та нікелю токсичні. Отруєння людини пилом кадмій оксиду призводить до токсичної пневмонії, набряку легенів; після важких інгаляційних отруєнь можлива смерть. В Японії у людей, які тривалий час вживали їжу, що містила кадмій, розвинулась хвороба «ітай-ітай», яка супроводжується декальцифікацією скелета і його деформацією.

Хронічне отруєння працівників нікелевих виробництв характеризується загальнотоксичною дією, що проявляється болями голови, зниженням апетиту, вегетативними розладами з артеріальною гіпотонією, захворюванням легенів, виникненням злоякісних новоутворень і алергічними ураженнями у вигляді дерматитів й екзем.

У людей, які зайняті виробництвом кадмій-нікелевих акумуляторів, онкологічна захворюваність вища від прогнозованої в промисловості.

Оптимістична інформація щодо застосування кадмієво-нікелевих електричних акумуляторів у майбутньому.

Одна із автомобільних фірм розробляє кадмієво-нікелеві акумулятори для електромобілів. Автомобілі будуть комплектуватися такими акумуляторами; у вільний продаж вони не будуть надходити.

Новий акумулятор можна буде придбати тільки в обмін на відпрацьований.

Цикл життя матеріальних цінностей

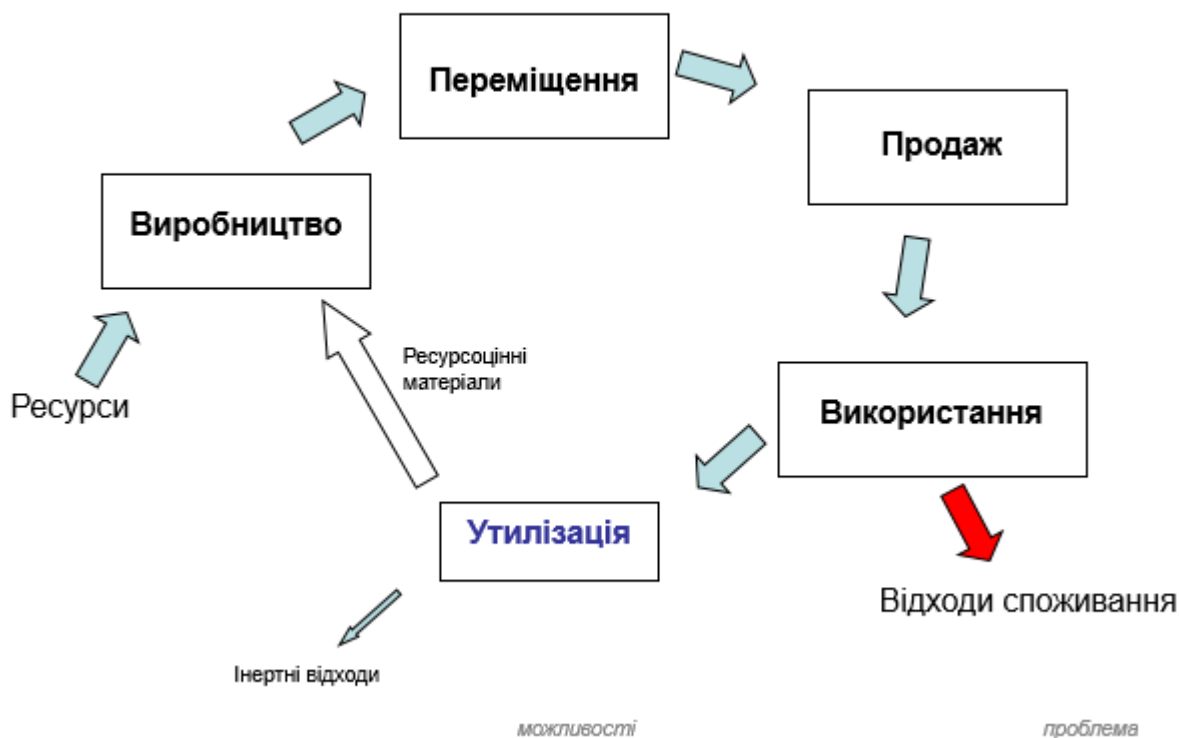


Рисунок 4.2- Схема цикл життя матеріальних цінностей

Хімічні речовини таких акумуляторів можна утилізувати і використати для виготовлення нових.

Ці заходи сприятимуть екологічній безпеці використання кадмій-нікелевих акумуляторів, попередження потрапляння небезпечних хімічних речовин у об'єкти довкілля.

Отруєння людини хімічною сполукою мангану – калій перманганатом призводить до порушення кровообігу, різкого розладу дихання, погіршення функціонування шлунково-кишкового тракту. Після прийняття всередину більше 5 г. калій перманганату може наступити смерть.

Поглинання організмом сполук мангану підвищене у молоді і після вживання алкоголю. Отруєння сполуками мангану тварин впливає на сперматогенез і ембріогенез, може призвести до їх стерильності.

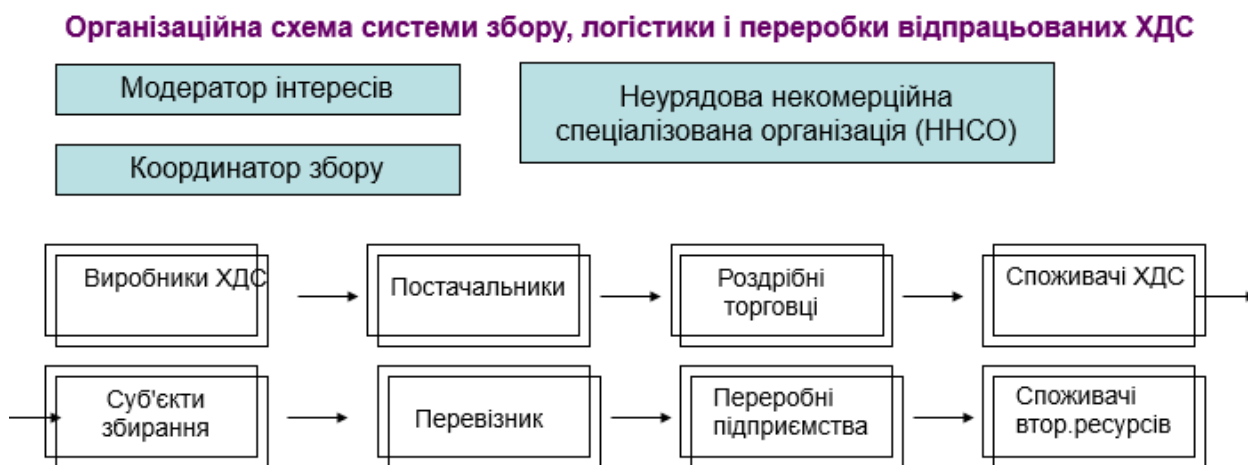


Рисунок 4.3- Організаційна схема системи збору, логістики і переробки відпрацьованих ХДС

Функції учасників:

Модератор інтересів – авторитетна ГО національного рівня (УСПП) – координує інтереси сторін і забезпечує взаємні узгодження за круглим столом. Виступає третейським суддею.

Виробники ХДС – іноземні компанії котрі продають ХДС для постачання в Україну.

Постачальники ХДС – суб'єкти які постачають партії ХДС на територію України – беруть на себе фінансові зобов'язання щодо подальшого збору і утилізації поставленої продукції (сплачують до ННСО внески на утилізацію відповідно до кількості поставлених на ринок ХДС (з відстрочуванням))

Роздрібні торговці – заклади торгівлі, що продають ХДС і товари з ХДС – беруть зобов'язання створити умови для здавання відпрацьованих ХДС (розмістити і обслуговувати скриньки власними ресурсами, або на замовлення ННСО)

Неурядова некомерційна спеціалізована організація (ННСО) – заснована постачальниками для акумулювання і управління фінансовими ресурсами, що призначені для збору і утилізації. Здійснює також облік і технічний контроль.

Координатор збирання – організація, що координує суб'єктів збирання. (надає платні послуги для ННСО)

Суб'єкти збирання – локальні підприємства для збору. (надають платні послуги для ННСО)

Перевізник – визначається спеціальною організацією на конкурсних засадах. (надає платні послуги суб'єктам збирання)

Переробні підприємства – застосовують технології і виробничі активи для переробки, постачають вторинні ресурси. (надають платні послуги для ННСО)

Споживачі продуктів переробки (вторинних ресурсів) – промислові підприємства, які купують вторинні ресурси на ринкових засадах.

Нормативне Закони України. Про хімічні джерела струму (2006р.) Про ліцензування певних видів господарської діяльності не оперує поняттям “джерела струму”. Переліки визначає Кабмін. Про відходи прямо не називає елементи живлення небезпечними відходами.

Кабінет Міністрів:

- ПКМУ від 14.11.2000р. №1698 перелік на ліцензування;
- ПКМУ від 4.10.2006 №1381 доповнення щодо ліцензування;

– ПКМУ від 27 лип 2011 року №798.

з переліку вилучено те, що стосується ХДС

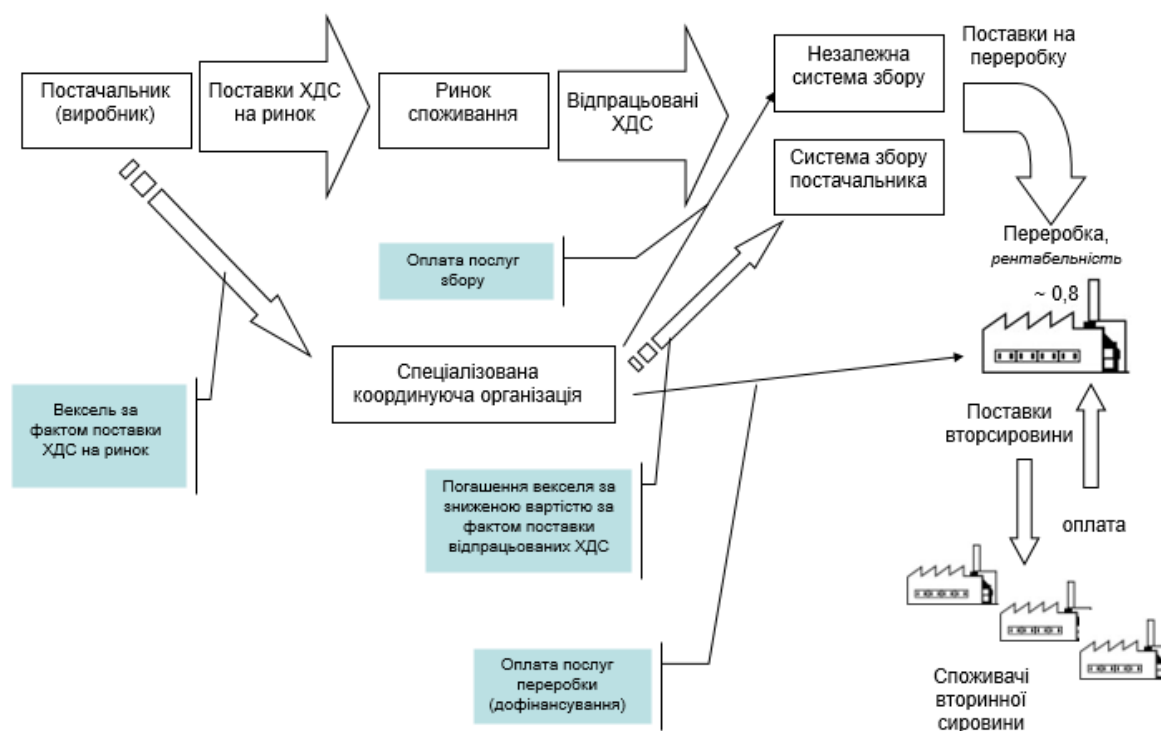


Рисунок 4.4- Порядок взаємних фінансових зобов'язань суб'єктів збору і утилізації ХДС

EU DIRECTIVE 2006/66/CE Прийнята на основі громадських консультацій з виробниками, переробниками, асоціаціями, роздрібними організаціями, споживачами. Заборона на захоронення чи спалювання елементів живлення. Збір і рециркуляція усіх використаних ХДС. Планові цифри для збору.

160 грам/рік на мешканця – контрольна цифра збирання ХДС

Це $0,16\text{кг} * 45,6\text{млн.осіб} = 7,3\text{ тис.тонн (на рік) (20 тонн/день)}$

Таблиця 4.2 – Ефективність збирання матеріалу (% продажі/збір), дані 2018 року

Країни	% продажі/збір	Грам на людину
Австрія	53%	177 грам
Бельгія	54%	205 грам
Німеччина	32%	114 грам
Нідерланди	32%	116 грам

ЄС організаційний підхід для забезпечення збору

За державами – реєструвальний механізм і нагляд (контроль)

Виробники (постачальники) – забезпечують фінансові гарантії для незалежних організацій, котрі виконують функцію збирання і утилізації.

Державні органи не фінансують і не збирають коштів

На державному рівні
Бельгія.

На муніципальному рівні
Швеція;
Нідерланди.

Муніципалітети і
постачальники
Усі інші.

Рисунок 4.5- Методи організації збору у країнах Європейського Союзу

В Німеччині згідно з Batterieverordnung постачальники через “Систему спільного збору батарей” забезпечують муніципалітети і роздрібних продавців скриньками; забезпечують логістику зібраного матеріалу, сортування і переробку. Громадськість і державні органи здійснюють нагляд.

Технічне забезпечення Два великі підприємства, які виконують первинну обробку зібраних ХДС (у Франції і у Німеччині) Після сортування і

розподілу по групах матеріал відправляється на 39 підприємств, які переробляють відповідні групи відпрацьованих ХДС

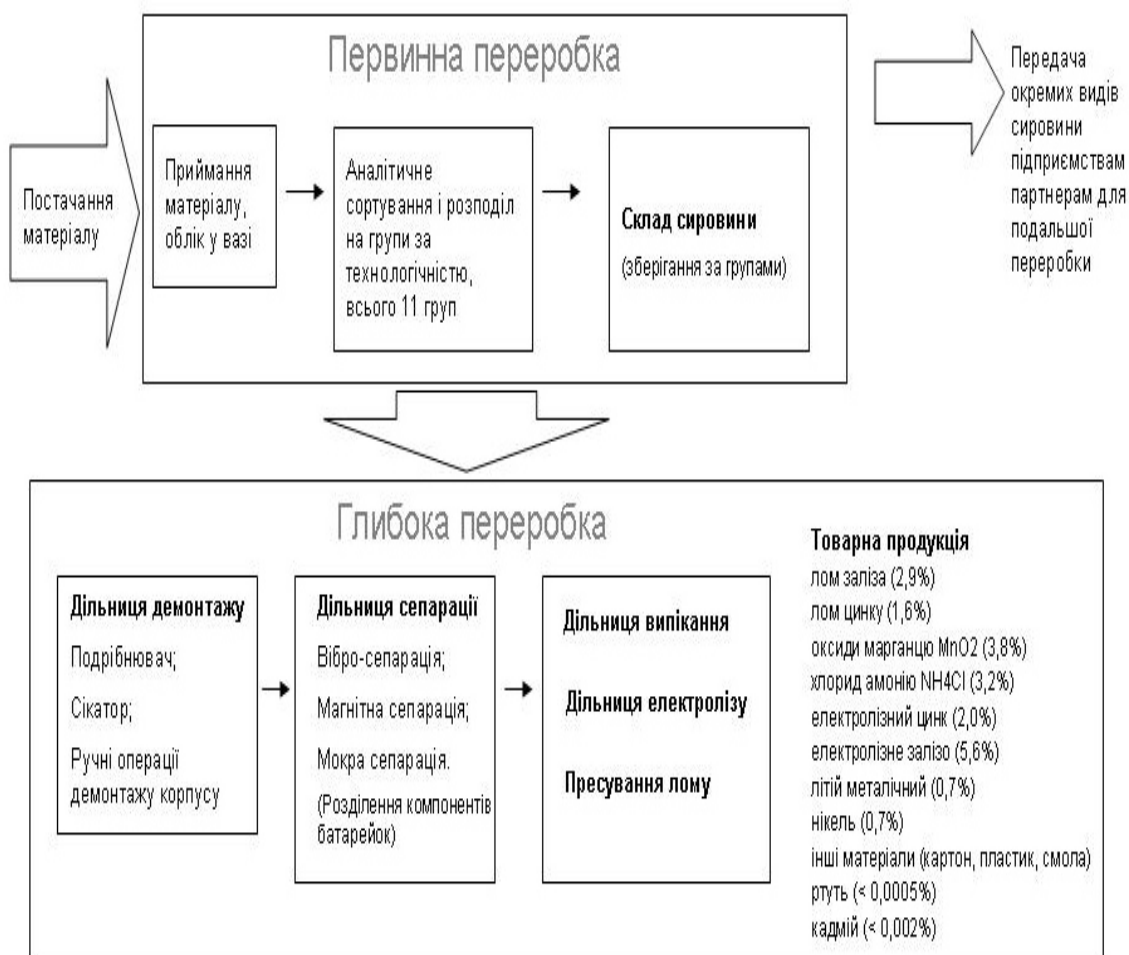


Рисунок 4.6 - Схема технологічної цикло переробки мвлив хімічних джерел струму любых розмірів і форми

ВИСНОВКИ

У сучасному світі зі збільшенням використання електроніки, як гаджетів так і приборів, росте кількість електронних відходів, які шкодять екології планети і, якщо країни не будуть концентрувати увагу на цьому уже протягом 30 років будуть виникати екологічні катастрофи, що пов'язані зі шкідливими речовинами у повітрі, ґрунті й воді.

Окрім екологічного фактора переробка електронних відходів має також і економічний зв'язок з повторним використанням матеріалів.

Тому Україна мусить запроваджувати програми на переробку як електронних відходів так і взагалі. В довгій перспективі це принесе як великий дохід так і позитивний вплив на екологію як мінімум нашої країни а то і світу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Reuse and recycling of lithium-ion power batteries: Singapore, 2017. – 417 с.
2. Garnaud, G. The Formation of a Double Oxide Layer on Pure Copper / Oxidation of Metals, – 1977., Vol. 11, No. 3, p. 127-132.
3. Review of Recycling Technologies for Spent Lithium-ion Batteries / Li Li, Feng Wu (Beijing Institute of Technology) - 7-th US-China Electric Vehicles and Battery Technology Workshop, April 4-5, 2013
4. Janotti A., Van de Walle C.G. Native point defects in ZnO / Phys. Rev. B, - 2007. Vol 22, pp. 165202-1-22.
5. J.S.Accetta Infrared and Electro-Optical System Handbook /J.S.Accetta, D.L.Shumaker - ERIM, Ann Arbor, Bellingham: SPIE Proc., 1993. - 3024 p
6. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие / А. да Роза; пер. с англ. под редакцией С.П. Рисыщенко, О.С. Попеля. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект»; М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 704 с.
7. Афанасьев В. П., Теруков Е. И., Шерченков А. А. А94 Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния. 2-е изд. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. 168 с.
8. Новый рекорд снижения цен на ВИЭ [Электронный ресурс] : Материал с сайта ЮНЭП: 6 апреля 2017 / Автор: Роб Фью - Режим доступа: <http://drustage.unep.org/newscentre/ru>.
9. Гибкие аккумуляторные батареи [Электронный ресурс]: Материал с информационного ресурса - научно-популярный портал: сохранен 29 октябрь 2017 / А.Тамкин // профиль - научно-популярный портал. - Режим доступа: <http://electrik.info/main/news/909-gibkie-akkumulyatornye-batarei.html>
10. Солнце вместо нефти [Электронный ресурс]: Материал из «профиль» - научно-популярный портал: сохранен 1 июня 2017 / А.Михайлов

// профиль - научно-популярный портал. - Режим доступа:
<http://www.profile.ru/economics/item/107137-solntse-vmesto-nefti>.

11. Бондаренко І. М., Електронні системи: Навч. посібник / І. М. Бондаренко, О. В. Глухов, О. О. Кравчук // Харків: ХНУРЕ. 2019. – 219

12. Бондаренко І.М., Сучасна компонентна база електронних систем: Навч. посібник / І. М. Бондаренко, О. В. Бородин, В. П. Карнаушенко // Харків: ХНУРЕ. 2020. – 268с.

13.Бондаренко І.М., Прилади та пристрої інтегральної електроніки. Частина 1: Навч. посібник / І.М. Бондаренко, О.В. Бородин, В.П. Карнаушенко, Ю.С. Васильєв // Харків: ХНУРЕ. 2020. – 228с.