

ВИБІР І УТИЛІЗАЦІЯ ТЯГОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ДЛЯ ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ

Плехов О.О., ст. гр. А-53-22

Науковий консультант Волков В.П., проф., д.т.н.

Вступ. Для поліпшення екології на вулицях міста та зниження витрат палива є потреба переходу до принципово нових конструктивних схем і технологій автомобілей. Тому такі проекти, які зменшують шкідливі викиди від автомобілів, знижують витрату нафтових і газових палив, стимулюють розвиток гібридних автомобілів і електромобілів, що знижують викиди шкідливих речовин в атмосферу в порівнянні з існуючими автомобілями в 10...15 раз. Для цих автомобілів важливо мати крім двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), також альтернативні силові установки.

Але єдиної концепції до створення екологічно чистих транспортних засобів (ТЗ) поки що немає. Кожен виробник сучасних автомобілів має свою думку на процес виробництва гібридних силових установок для автомобілів.

Постійне підвищення вимог до економічних і екологічних властивостей ТЗ з боку суспільства обумовлює активний пошук автовиробниками шляхів покращення конструкції автомобілів. На даний час в автобудівній галузі спостерігається тенденція до розширення виробництва транспортних засобів з гібридними силовими установками і електромобілів, при цьому більшість провідних спеціалістів визнають перспективність такого напрямку удосконалення конструкції наземного транспорту в сучасних умовах [1].

Результати дослідження. Вибір типу тягової акумуляторної батареї (ТАКБ) залежить: напруги, ємності, маси, сили зарядного та розрядного струмів, ККД. Перспектива використання АКБ на гібридному автомобілі наступна: твердотільні АКБ, графен-полімерні, сірчано-фосфатні, срібно-цинкові та інші перспективні типи АКБ. В Австралії створені АКБ з алюмінію та графену, які заряджаються в 60 разів швидше за літєво-іонну батарею, не використовують рідкісноземельні метали і великі струми, не горять, мають широкий діапазон робочих температур. Австралійські АКБ обіцяють питому енергоємність до 160 Вт год/кг і потужність 7 кВт/кг.

Каліфорнійський стартап NDB надав АКБ, яка використовує ядерні відходи, термін служби якої становить понад 28000 років (нано - алмазні батареї). Енергія поглинається за рахунок непружного розсіювання, яке використовується для вироблення електричної енергії.

Окремо стоїть проблема утилізації відпрацьованих АКБ [2].

Наведемо такий приклад використання АКБ на автомобілях з альтернативними джерелами енергії (потужність, її маса і пробіг):

- EM Tesla S з АКБ - 85 кВт·год (маса батареї 520 кг), пробіг - 570 км;

- BYDe 6 з АКБ - 60 кВт·год, пробіг - 300 км;
- Toyota Prius з АКБ-30кВт·год, пробіг - 172 км.

Наведемо приклад з накопиченої енергії, що міститься в кг палива і в кг АКБ:

- паливо бензин має теплотворну спроможність 42.7 - 44 МДж/кг)/ має щільність 725 кг/м³ і містить енергію 11.86 кВт·год/кг;
- літій-іонна АКБ EM Audi RSe - tron має ємність 42 кВт·год при масі 470 кг (енергетичний еквівалент 16,3 л бензину) і містить енергію 0.089 кВт·год\кг), що майже в 100 разів ніж бензин.

Якби у нас був Audi A4, 3.0 TDI з об'ємом бака 62 л дизельного палива і ми хотіли б мати такий же запас ходу на акумуляторному приводі, нам знадобилося б приблизно 2350 кг акумуляторів. Крім того EM Chevrolet Cruze з АКБ 31 кВт·год є носієм енергії, яка може вміститися менш ніж у 2.6 кг (3.5 л) бензину. З урахуванням ККД ЕД = 90% (ККД ДВЗ бенз = 30%). Енергетичні характеристики з накопиченої енергії приведено у таблиці 1, а порівняльні характеристики тягових АКБ у таблицях 2 і 3

Таблиця 1 - Енергетичні характеристики джерел

Енергетичний ресурс	ККД двигуна	Ефективна енергія/л	Ефективна енергія, кг
Бензин	0.30	2.58 кВт - год/л	3.56 кВт·год/кг
Нафта	умовно 0.35	3.42 кВт·год/л	4.07 кВт·год/кг
Л-І АКБ	0.9	-	0.1 кВт·год/кг

Таблиця 2 - Порівняльні характеристики тягових АКБ

Характеристики	Свинцево-кислотна	Никелево-кадмієва	Никелево-металогідридні	Літійово-іона
Внутрішній опір	дуже низький	дуже низький	Низький	Низький
Кількість циклів заряд-розряду	300 - 500	100 - 900	300 - 500	800 - 1500
Саморазряд у місяць	5%	20%	30%	<5%
Робоча температура	-20...50 °C	-50...40 °C	-40...55 °C	-20...50 °C
Токсичність	Дуже висока	Дуже висока	Низька	-
Обслуговування	+	+	-	-
Ефект пам'яті	-	+	-	-
Вартість	Низька	Помірна	Висока	Висока

Таблиця 3 – Порівняння показників тягових АКБ

Характеристики	Свинцево-	Літійово-	Літійово-	Залізо-

	кислотна	полімерна	іона	фосфатна
Маса	100%	30%	30%	50%
Час заряду, год	8 - 10	4 - 8	4 - 6	1
Кількість циклів заряду	300	450	450	2000
Струмівіддача	1.5	до 3	до 3.5	до 3.5
Пожежобезпека	невисока	Дуже висока	середня	невисока
Саморозряд	швидкий	середній	середній	низький-
Температура експлуатації	до 15 °С	до -5 °С	до -5 °С	до - 25 °С
Вартість	Низька	Помірна	Висока	Висока

Літій – залізо – фосфатний – акумулятор LiFePO₄ на вересень 2022 р. використовується до 31% у електромобілях. Вони забезпечують більш довгий термін роботи, ніж літій – іоні.

Щорічно на ринку ЄС реалізується приблизно 800 тис. т автомобільних батарей, 190 тис. т батарей, що використовуються в промисловості, і 160 тис. т портативних побутових батарей [2]. Рівень реалізації нової Директиви 2012/19/ЄС від 4 липня 2012 року [3] про відходи електричного та електронного обладнання (ЕЕО) у різних країнах не однаковий.

У Франції організовано 27 тис. пунктів прийому старих батарей по всій території країни. Діють шість заводів з їх переробки.

У Німеччині у кожному супермаркеті встановлені спеціальні контейнери для прийому відпрацьованих батарей. На всіх полігонах ТПВ розташовані ємності для роздільного збору відходів ЕЕО. При придбанні нового акумулятора для автомобіля покупець зобов'язаний здати старий, інакше він сплачує великий штраф. Збір використаних батарей і акумуляторів в цій країні становить майже 70 % від реалізованих.

У Швеції та Данії населення, як правило, сортує сміття вдома, після чого токсичні відходи транспортуються на спеціальні екологічні станції.

У ряді країн схеми реалізації відповідальності виробника за утилізацію своєї продукції були створені ще в середині 90-х років (у Бельгії, в Німеччині, Швейцарії). І саме в цих країнах рівень збору використаних батарей найвищий в Європі – приблизно 50-65 % від проданих.

У Великобританії ще у 2000 р. було утилізовано і перероблено близько 80 % всіх відпрацьованих батарей. У цьому виді діяльності зайнято близько 100 приватних компаній.

Законодавство Польщі передбачає обов'язкову передачу відпрацьованого ЕЕО спеціалізованим підприємствам. Такі підприємства отримують від компаній-виробників певну частку коштів на утилізацію виробленої ними продукції, яка після використання споживачем прийшла в непридатність. Польська компанія поводження з відходами MB Recycling переробляє ЕЕО (холодильники, телевізори, комп'ютери, дрібну побутову техніку тощо). Відходи електричного та електронного обладнання розділяються на фракції (окремо метал, плати, дроти, пластик) і в подальшому повторно використовуються при виробництві нової продукції. Якщо відходи не можуть бути відновлені у безпечний спосіб – вони підлягають похованню, або спалюванню при дотриманні екологічних вимог.

В США вторинній переробці піддаються до 90 % кислотно-свинцевих акумуляторів. На федеральному рівні в США відсутня обов'язкова відповідальність виробників батарей і акумуляторів за їх утилізацію. Відповідні закони прийняті тільки в декількох штатах. У 2012 році розпочаті пілотні проекти з організації нової системи збору і переробки батарей в штатах Мінесота, Каліфорнія, Нью-Йорк, Вашингтон.

У Японії вже з 1993 р. практично повністю утилізуються батарейки від телефонних апаратів. У 2001 році законом про сприяння ефективної утилізації ресурсів передбачена відповідальність виробників портативних акумуляторів за збір та переробку їх продукції. Результати збору оголошуються щорічно. В Японії встановлені контрольні показники рівня переробки акумуляторів: 60 % для нікель-кадмієвих, 55 % для нікель-металогідридних, 30 % для літєвих, 50 % для герметичних свинцево-кислотних. Муніципалітети здають зібрані акумулятори їх виробникам на узгоджених умовах. Якщо батареї відсортовані правильно, то виробники повинні приймати акумулятори у муніципалітетів безкоштовно.

Акумуляторний брухт є досить складною для утилізації сировиною. Проблеми, які виникають при вторинній переробці свинцю пояснюються його хімічним та структурним складом. Більшість технологій щодо утилізації відпрацьованих акумуляторів передбачає злив кислоти на заводі та розділення брухту акумуляторів на три основні фракції. Перша фракція – металева. Вона містить 94 % свинцю та 1,7 % сурми Sb. Загальна кількість свинцю в акумуляторному ломі досягає 53–58 %. Друга фракція складається з пасти, або шламу. Після промивання водою вона має такий склад: свинець – 73,5 %, сульфати – 16,7 %, приблизно сурми – 0,3 %. Одним з основних компонентів пасти є тонкодисперсний оксидно-сульфатний свинець $PbO \cdot PbSO_4$.

Третя фракція – органічна. Вона включає полімерні корпуси АКБ з поліпропілену, ебоніту, або полівінілхлориду, а також сепаратори електродів з полівінілхлориду, або поліетилену.

На рисунку 1 наведено зовнішній вигляд основних частин акумулятору, який розібраний та підготовлений для наступної стадії утилізації [4].



Рис. 1 - АКБ у розібраному вигляді

Рециклінг відпрацьованих акумуляторних батарей проходить через наступні стадії:

- злив відпрацьованого електроліту;
- демонтаж та розділення основних компонентів АКБ;
- подрібнення;
- десульфурізація;
- переробка свинцевої сировини;
- утилізація органічних компонентів батарей;
- утилізація відпрацьованого електроліту.

Висновки. В Україні не існує системи збору відходів ЕЕО. Населення країни, на жаль, має низьку екологічну культуру і практично не готове до роздільного збору сміття. Старі батарейки викидають із загальним сміттям на міські звалища. В останні роки прийнято ряд законів і програм, спрямованих на виправлення існуючої ситуації.

Література

1. Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Гнатов А.В., Колесніков А.В. Гібридні автомобілі. – Харків, ХНАДУ, 2008. – 326 с.
2. Екобезпека та ресурсозбереження при утилізації автомобілів: підручник / Н.В.Внукова, В.П.Волков, І.В.Грицук, О.І.Позднякова, Т.В.Волкова. – Херсон: Видавництво ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – 229 с.
3. Нова Директива 2012/19/ЄС від 4 липня 2012 року про відходи ЕЕО вступила в силу 13 серпня 2012 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://docs.pravo.ru/document/view/28050367/>.
- 4 Toyota Prius Repair Manual. Service Manager, Your Distributor / Toyota Motor Corporation. – Тойта, 2009. – 8061 р.