

УДК 006.06

DOI 10.36910/6775-2313-5352-2021-19-10

Карась В.І., Драган А.П.

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

РОЛЬ СТАНДАРТИЗАЦІЇ В ВИРОБНИЦТВІ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ І УТИЛІЗАЦІЇ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

У даній статті розглянуто проблемні питання експлуатації і утилізації електробатарей для електротранспорту в Україні. Розглядаються перспективи розвитку електротранспорту в цілому та його джерел живлення зокрема в умовах відсутності розгалуженої інфраструктури, а саме обладнаних стоянок і зарядних станцій. Особлива увага звернена на якість акумуляторних батарей, що забезпечується згідно вимог гармонізованих національних стандартів, та їх погодження з правилами і нормами міжнародних стандартів. Їх виробництво не можливе без застосування та впровадження інноваційних технічних і технологічних розробок, які тісно пов'язані з процесом впровадження міжнародних стандартів. Без впровадження гармонізованих міжнародних стандартів неможливо досягнути швидкої динаміки розвитку будь-якого виробництва акумуляторних батарей. Стандартизація дає можливість вдосконалювати технічні характеристики акумуляторних батарей, технологічні процеси їх виготовлення і експлуатації та встановлює норми безпеки і захисту навколишнього середовища під час їх утилізації.

Ключові слова: стандарт, електротранспорт, електрозаправочні станції, нормативний документ, національна стандартизація, міжнародна стандартизація, гармонізований стандарт, акумуляторні батареї.

Вступ. Розвиток світової економіки сприяє зростанню валового об'єму продукції та вимагає додаткових засобів для її транспортування. Використання автопарку значно підвищує рівень атмосферного забруднення. З метою зменшення викидів відпрацьованих газів вчені пропонують переходити на використання електротранспорту який швидко стає альтернативою автомобілям з двигунами внутрішнього згорання, як для пасажирських перевезень так і для транспортування вантажів.

Постановка проблеми. Вдосконалені технічні розробки та науково-обґрунтовані пропозиції в галузі електричних видів автомобільного транспорту дають можливість створювати нові машини на базі електричних двигунів, які поступово стають заміною двигунам з традиційними джерелами енергії. Всім відомо, що здатність електромобіля здолати певний шлях залежить не від кількості бензину в баку, а від відсотка заряду акумулятора (батареї). Основними недоліками електробатарей є їх досить висока вартість та недостатня ємність, а також відсутність інфраструктури. Зниження ціни батарей та розгалуження мережі їх зарядки – це основа для подальшого розвитку електротранспорту. Важливим питанням стає пошук нових джерел енергії для зарядних станцій та впровадження інноваційних методів зарядки.

Однак зростання виробництва електробатарей може спричинити нову проблему для екології, а саме, шкідливими для навколишнього середовища є технології переробки відпрацьованих батарей. Проблема утилізації літій-іонних батарей, які найбільше застосовуються в електротранспорті, вимагає негайного вирішення.

Аналіз актуальних досліджень. Питання використання та виготовлення акумуляторних батарей електромобілів, досліджували ряд українських науковців: С.О. Кудря, В.Б. Павлов, В.В. Каплун, В.О. Новський, П.Ф. Васько, П.Д. Лежнюк, С.В. Войтко, а також закордонні вчені: Ф.О. Исмаилов, Лі Вонг (Li Wong), Ньян Лін Аунг (Nyan Linn Aung). Проте, зважаючи на бурхливий розвиток електротранспорту, багато питань залишаються не вирішеними.

Мета статті. Аналіз стану процесів виробництва акумуляторних батарей для електромобільного транспорту в Україні і світі. Аналіз впливу виробництва та утилізації електробатарей на навколишнє середовище, а також ролі національної і міжнародної стандартизації в розвитку електротранспорту.

Матеріал досліджень. Аналізуючи розвиток виробництва електромобілів у світі, можна зробити висновок, що в сучасних умовах модернізація цього напрямку машинобудування стає рушійною силою в економічному розвитку кожної країни. Основна перевага електротранспорту є його екологічність. Хоча нові дослідження вчених німецьких фірм Volkswagen і Mercedes-

benz вказують на те, що виготовлення акумуляторних батарей, які використовуються в електромобілях, може призводити до значних викидів CO₂. Вчені німецького автомобільного клубу ADAC стверджують, що найбільш екологічний автомобіль є на зрідженому газі з домішками біогазу. Але всі ці дослідження стали тільки конкурентним поштовхом для подальшого вдосконалення технологічних процесів виробництва акумуляторних батарей та покращення екологічної безпеки їх виготовлення і утилізації.

Автори дослідження з британського Інституту Фарадея підрахували, що тільки мільйон електрокарів, проданих протягом 2017 року, за термін своєї служби створять 250 тисяч тон токсичних відходів з акумуляторів. Проблема їх утилізації ускладнюється різноманітністю форм, конструкцій та хімічного складу батарей.

Згідно приведеної діаграми (рис. 1), найбільші перспективи залучення до використання в електротранспорті мають літійові та літій-іонні АКБ, а також паливні елементи, особливо на основі водню. Розвитку цих напрямків сьогодні приділяється багато науково-дослідних та пошукових робіт.

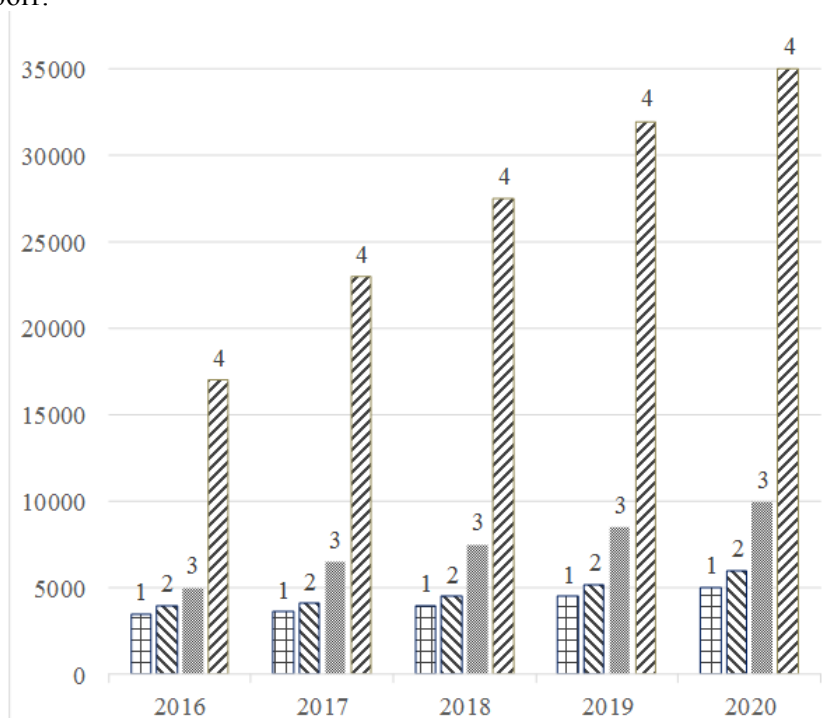


Рис. 1 - Динаміка зростання кількості та прогноз використання акумуляторних батарей, як джерел живлення для різних типів електротранспорту:

- 1 – нікель-металогідридні акумуляторні батареї для гібридних транспортних засобів;
- 2 – літій-іонні акумуляторні батареї для гібридних транспортних засобів;
- 3 – літій-іонні акумуляторні батареї для заряджуваних гібридних та електричних транспортних засобів;
- 4 – літій-іонні акумуляторні батареї для електромобілів та інших видів електротранспорту.

Електрифікований транспортний засіб приводиться в рух електродвигуном, який живиться від акумуляторних батарей, а не від двигуна внутрішнього згорання. Це обумовлює основні переваги електричного транспортного засобу: відсутність шкідливих викидів, нижчі витрати на експлуатацію самого автомобіля, тиха робота, простота конструкції і управління, більш висока довговічність та надійність у порівнянні зі звичайними автомобілями. Однак, до недоліків електричних транспортних засобів варто віднести відносно малий запас ходу та довгий час зарядки батарей.

Аналізуючи проблематику в системі розбудови електротранспорту, необхідно звернути увагу на ключові завдання, які треба вирішити в системі «виробництво-утилізація» акумуляторних батарей (АКБ).

Необхідно покращити робочі характеристики АКБ, з метою збільшення пробігу електротранспорту без додаткової підзарядки.

Визначальною характеристикою для літій-іонних батарей, є вік і число циклів зарядів батареї, тобто скільки разів дану батарею можна заряджати в період експлуатації. Середнє число повних "зарядок" сучасних акумуляторних батарей для електромобілів становить кілька тисяч циклів.

Знизити вартість виробництва і експлуатації АКБ.

Саме високі ціни на батареї тривалий час були головною причиною завищеної вартості електромобілів, щодо транспортних засобів з двигунами внутрішнього згоряння. З кожним роком ціни на АКБ, за рахунок нових технологій виробництва, постійно знижуються (див. Рис. 2). Якщо взяти всі батареї для транспорту, включаючи електромобілі, гібриди та іншу мототехніку, то середня вартість в 2020 році становить 137 доларів за кіловат-годину. Для порівняння, в 2010 році така батарея коштувала в середньому 1100 доларів за кіловат-годину. За прогнозом Bloomberg NEF, середня ціна батарей в світі впаде нижче позначки в 100 доларів в 2023 році. У 2020 собівартість батареї на 100 кіловат-годин, якої середньому електромобілю вистачає приблизно на 500 кілометрів шляху, становить 13 тисяч 700 доларів (2). Аналітики відзначають, що зараз темпи зниження вартості батарей сповільнилися. Це пов'язано з нестачею необхідної сировини. Безпосередньо відкритих родовищ хімічних елементів на планеті достатньо, проте для збільшення обсягів їхнього видобутку знадобиться якийсь час.



Рис. 2 - Середньомісячні ціни на акумуляторні літій-іонні батареї (АКБ) для електротранспортних засобів

Потрібно покращити екологічну безпеку при виготовленні і утилізації електробатарей.

Наскільки б не були екологічно чисті електромобілі в експлуатації, це не вирішує проблеми ні утилізації акумуляторів, ні екологічних питань при їх виробництві. На сьогоднішній день жоден з виробників електромобілів не має повноцінної програми вторинної переробки елементів живлення.

Розширити інфраструктуру для зарядки електробатарей.

В цьому питанні ключове місце відводиться державним структурам, які повинні створити законодавчу базу для створення спеціальних паркувальних місць для різних видів електротранспорту та побудови зарядних станцій.

Розглядаючи питання довговічності роботи АКБ та збереження їх експлуатаційних характеристик необхідно звернути увагу на дотримання норм експлуатації і зберігання паливних елементів.

Для продовження терміну служби АКБ необхідно підвищити ефективність експлуатації батарей, а саме:

- по перше не потрібно чекати повної розрядки акумуляторної батареї до нульової відмітки, а постійно підзаряджати її при будь-якому рівні зарядки;

- по друге зарядку необхідно проводити при передбаченій нормативно встановленій температурі від +1 до +40°C;

-по третє дотримуватись оптимального температурного режиму роботи транспортного засобу в межах 10-30°C;

-по четверте зберігати АКБ в сухому місці при температурі від 0°C до 10°C з рівнем зарядки в межах 45-60%.

Важливо, щоб не допускалось помилок нормативно-технічного протоколу з обміну інформацією між електромобілями та станціями зарядки АКБ, і між ними був присутній постійний зв'язок при якому електромобіль «розповідає» зарядній станції, в якому технологічному режимі він хоче заряджатися, яка температура АКБ, який рівень її зарядки та чи присутні пошкожені комірки.

Якщо технічний діалог не підтримується, а зарядна станція видаватиме іншу ніж потрібну потужність, то за певний період часу батарея стане не придатною до експлуатації.

Будь-яка акумуляторна батарея повинна відповідати певним умовам - вазі, габаритам і потужності електромобіля. Тому кожен вид акумуляторів має свої особливості та характеристики, які ми зараз розглянемо.

Літій-іонні акумулятори - це основний тип батарей, які сьогодні використовуються в електромобілях. Найбільша перевага Li-Ion акумуляторів - найкраще співвідношення енергії до маси, швидкості зарядки та числа циклів заряду - розряду батареї. Менша вага батареї збільшує дистанцію на одній підзарядці та продуктивність, і в той же час надає автомобілю кращу керованість.

Алюміній-іонні батареї це нове покоління батарей. Використання при виробництві акумуляторів алюмінію дозволяє підвищити безпеку експлуатації батареї і знизити її собівартість. Але зараз наукові дослідження в даному напрямку знаходяться поки на початковому рівні і вимагають серйозних інвестицій.

Літій-сірчані акумулятори є одним з перспективних напрямків наукових розробок. В теорії літій-сірчані батареї володіють більшою енергетичною щільністю, ніж літій-іонні акумулятори. Але їх використання в електротранспортних засобах обмежується малим числом циклів заряду/розряду, що є неприйнятним для виробників електричних видів транспорту.

Метал-повітряні акумулятори також знаходяться на стадії проектних розробок та наукових досліджень. Основною перевагою метал-повітряних батарей є їхня вага. Як метал для виробництва батарей використовують літій, цинк або алюміній, а роль катода виконує повітряний простір.

Найперспективнішими вважаються акумулятори на основі графену. За допомогою графену покращують властивості батареї, наприклад, додають його до електродів і збільшують їх провідність. Такі акумулятори виходять набагато легші від літій-іонних і не можуть вибухнути. Питома ємність в 5 разів перевищує ємність літій-іонного акумулятора (1000 Вт/год проти 200 Вт/год на 1 кг ваги). Tesla Model S, оснащена графеновою батареєю, може проїхати на одному заряді не 350 км, а 1010 км, і заряджається менш ніж за 10 хвилин.

При всіх своїх чудових характеристиках графенові акумулятори та інші сучасні розробки (наприклад, батареї на основі матеріалів, отриманих з морської води), давно повинні були заповнити ринок. Але виробники продовжують покращувати літій-іонні батареї, а інвестори не бажають вкладати гроші в розробку нових технологій.

Важливим питанням є забезпечення екологічної безпеки при виробництві паливних елементів та їх подальшої утилізації після закінчення терміну експлуатації. На міжнародному рівні розвитку стандартизації, в напрямку забезпечення прискорення виробництва і утилізації АКБ, зараз приділяється особлива увага. Розробка нових нормативних документів в світі стає орієнтиром для впровадження гармонізованих стандартів в Україні. Так в Україні прийняті гармонізовані стандарти ДСТУ EN 60622:2016 і ДСТУ EN 60285:2016, які передбачені в рамках реалізації проекту Twinning «Впровадження системи управління відходами електричного та електронного обладнання (ВЕЕО) в Україні». Але на сьогоднішній день основні світові виробники АКБ так і не мають повноцінної програми вторинної переробки елементів живлення. На даний час є пропозиції та розробки по продовженню терміну служби батарей, які можуть використовуватись ще декілька років як стаціонарні накопичувачі енергії для приватного чи комерційного житла, офісу, торговельного центру. Також можуть слугувати прискорювачами заряду на зарядних станціях, де немає великої потужності, під час заряджання електротранспорту.

В Україні 6 серпня 2019 року Президент підписав Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо створення доступу до інфраструктури зарядних станцій

для електромобілів" [1]. Закон дозволить забезпечити захист прав водіїв транспортних засобів, оснащених електричними двигунами, надати доступ до зарядних станцій для електромобілів, удосконалити та наблизити до європейських стандартів відносини у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху, збільшити завантаженість роботи діючих зарядних станцій для електромобілів і створити більше можливостей для подальшої розбудови інфраструктури та мережі зарядних станцій для електромобілів.

Всі законодавчі ініціативи тісно пов'язані з міжнародними нормативними документами. Впровадження стандартів розроблених міжнародними організаціями із стандартизації сприяє розвитку зарядної інфраструктури електромобілів, а саме ДСТУ EN 62196-2:2019 який визначає типи електричних роз'ємів і режими зарядки електромобілів. Цей гармонізований стандарт розроблений на базі міжнародного стандарту EN 62196-2:2017. Стандартом визначені три типи електричних роз'ємів і чотири види режиму зарядки акумуляторів електромобілів, що значно підвищить уніфікованість та стандартизацію електричних роз'ємів, конструктивних їх елементів та деталей, який визначає типи електричних роз'ємів і режими зарядки електромобілів [13].

Згідно даних маркетингового агентства IRS Group, станом на жовтень 2020 року кількість електрзарядних станцій в Україні становить 8529 об'єктів. Протягом року їх кількість збільшилася майже на 50% (див. таблицю 1). Аналізуючи дані таблиці можемо зробити висновок, що з кожним роком зростає кількість електрзарядних станцій та пунктів зарядки АКБ.

Таблиця 1 – Кількість зарядних станцій і пунктів зарядки АКБ

Роки	Зарядні станції	Пункти зарядки	В середньому кількість пунктів зарядки на станції
2016	394	713	1,81
2017	962	1768	1,84
2018	1867	3696	1,98
2019	2808	5092	2,17
2020	3582	8529	2,38

Фактично зараз в основному використовуються електрзарядні станції трьох типів: звичайної зарядки змінним струмом, прискореної зарядки змінним струмом та швидкої зарядки постійним струмом. Кожна з них має свої характеристики, а саме потужність, час та рівень зарядки.

Тому на електрзарядних станціях збільшується кількість пунктів зарядки різної модифікації, для обслуговування електротранспорту різних марок, що значно розширює можливості роботи зарядних станцій та покращує якість обслуговування власників електротранспорту. Коли в 2010 році на зарядних станціях було, як правило не більше одного пункту зарядки, то в 2020 році більше як два місця для зарядки, а в перспективі їх кількість буде збільшуватися.

Висновки. Розвиток електротранспорту напряму залежить від модернізації виробництва акумуляторних батарей, їх експлуатації і утилізації. При цьому потрібно виконати декілька основних умов, щоб добитись покращення ефективності роботи електротранспорту. По-перше, знизити вартість одного з найдорожчих елементів електромобіля – батареї. Її здешевлення – найкоротший шлях до доступного електротранспорту. По-друге, для того, щоб електрифікований транспорт купували, повинна бути створена розгалужена мережа зарядних станцій, для підзарядки електробатарей. По-третє при виробництві батарей необхідно постійно покращувати їх якісні показники, а саме підвищення енергетичної щільності, тобто кількості енергії на одиницю маси акумулятора, та забезпечити умови для безпечного використання електробатарей. По-четверте постійно слідкувати за рівнем зарядки джерела живлення і дотримуватись правил їх експлуатації згідно вимог нормативних документів, що значно покращує довговічність роботи АКБ та впливає на збільшення запасу ходу електротранспорту без підзарядки.

Для забезпечення безвідмовної роботи системи "електротранспорт-електробатарея" потрібно постійно впроваджувати нові технологічні розробки, технічні новинки при виробництві нових АКБ. Впровадження новітніх технологій та розробок тісно взаємопов'язано з процесом введенням в дію міжнародних та державних стандартів. Впровадження гармонізованих державних нормативних документів дає можливість добитись динаміки зростання виробництва акумуляторних батарей.

Стандартизація є невід'ємною частиною процесу конструювання, виробництва і експлуатації акумуляторних батарей, та встановлює норми на безпеку і захист навколишнього середовища під час їх утилізації.

Інформаційні джерела:

1. Закон України Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо створення доступу до інфраструктури зарядних станцій для електромобілів. : Закон України від 11 липня 2019 р. №2754-VIII. Відомості Верховної ради України. 2019 , №32. 125 с.
2. Будько В.І. Використання енергії сонячного випромінювання та вітру для зарядження електромобілів: Дис. д-ра. тех. наук : 05.14.08. Київ.2019. 302с.
3. ДСТУ EN 60622:2016 Акумулятори та акумуляторні батареї, які містять лужні чи інші некислотні електроліти. Герметизовані нікель-кадмієві призматичні одиночні акумулятори, що перезаряджаються (EN 60622:2003, IDT) [діє від 01.10.2016] Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2016. 31с.
4. ДСТУ EN 60285:2016 Акумулятори та батареї лужні вторинні. Герметизовані нікель-кадмієві циліндричні одиночні акумулятори, що перезаряджаються (EN 60285:1994, IDT) [діє від 01.11.2016] Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2016. 42с.
5. ДСТУ EN 61951-1:2017 Акумулятори та акумуляторні батареї, що містять лужні чи інші некислотні електроліти. Переносні автономні герметичні перезаряджувані акумулятори. Частина 1. Нікель-кадмієві акумулятори (EN 61951-1:2014, IDT) [діє від 10.07.2017] Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2017. 54с.
6. ДСТУ ІЕС 60623:2015 Акумулятори й батареї, що містять луги та інші кислотні електроліти. Елементи акумуляторні поодинокі негерметичні нікель-кадмієві призматичні, що перезаряджаються (ІЕС 60623:2001, IDT) [діє від 01.01.2016] Київ: ДП «УкрНДНЦ»,. 2016.-45с.
7. ДСТУ EN 60254-1:2019 Батареї акумуляторні свинцево-кислотні тягові. Частина 1. Основні вимоги та методи випробування (EN 60254-1:2005, IDT; ІЕС 60254-1:2005, IDT) [діє від 01.01.2020] Київ: ДП «УкрНДНЦ»,. 2019. 61с.
8. ДСТУ EN 62196-2:2019 Вилки, розетки, транспортні з'єднувачі та вводи. Провідність зарядження. Частина 2. Сумісність розмірів і вимоги взаємозамінності штиря та трубчастого виводу пристосувань для змінного струму (EN 62196-2:2017, IDT; ІЕС 62196-2:2016, IDT) [діє від 01.01.2020] Київ: ДП «УкрНДНЦ»,. 2019. 56с.
9. EN 60622:2003 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Sealed nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells.
10. EN 60285:1994 Alkaline secondary cells and batteries. Sealed nickel-cadmium cylindrical rechargeable single cells.
11. N 61951-1:2014 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Portable sealed rechargeable single cells - Part 1: Nickel-cadmium.
12. EN 60254-1:2005 Lead acid traction batteries — Part 1: General requirements and methods of tests.
13. EN 62196-2:2017 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles — Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories.
14. ІЕС 60623:2001 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells.

Карась В.И., Драган А.П.

ОП НУБиП Украины «Бережанский агротехнический институт»

РОЛЬ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

В данной статье рассмотрены проблемы эксплуатации и утилизации электробатарей для электротранспорта в Украине. Рассматриваются перспективы развития электротранспорта в целом и его источников питания в частности в условиях отсутствия разветвленной инфраструктуры, а именно оборудованных стоянок и зарядных станций. Особое внимание уделено качеству аккумуляторных батарей, которое обеспечивается согласно требованиям гармонизированных национальных стандартов, и их согласованию с

правилами и нормами международных стандартов. Их производство невозможно без применения и внедрения инновационных технических и технологических разработок, которые тесно связаны с процессом внедрения международных стандартов. Без внедрения гармонизированных международных стандартов невозможно добиться быстрой динамики развития любого производства аккумуляторных батарей. Стандартизация позволяет усовершенствовать технические характеристики аккумуляторных батарей, технологические процессы их изготовления и эксплуатации и устанавливает нормы безопасности и защиты окружающей среды при их утилизации.

Ключевые слова: стандарт, электротранспорт, нормативный документ, национальная стандартизация, международная стандартизация, гармонизированный стандарт, аккумуляторные батареи.

Karas V.I., Drahan A.P.

Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
«Berezhany agrotechnical institute»

RECHARGEABLE BATTERIES FOR ELECTRIC VEHICLES AND STANDARDIZATION OF THEIR PRODUCTION, OPERATION AND DISPOSAL

The article reveals the problems of operation of electric batteries and electric vehicles in Ukraine. Prospects for the development of electric vehicles as part of energy sources in the conditions of an extensive network infrastructure, as well as regional parking lots and charging stations are envisaged. Going deeper into the relationship between the system "electric car-battery", we feel that the movement of electric cars from a source of energy, namely from an electric battery, their duration and reliability during operation. Particular attention is paid to the important role of the quality of batteries, which is ensured in accordance with the requirements of harmonized national standards and their compliance with the rules and regulations of international standards. Their production is not possible without the application and implementation of innovative technical and technological developments that work closely with the implementation of international standards. Without the introduction of harmonized international standards, it is not possible to achieve rapid dynamics of development of any production of batteries. Standardization makes it possible to improve the technical characteristics of batteries, technological processes of their manufacture and operation and sets standards for safety and environmental protection during their disposal.

Key words: standard, electric transport, normative document, national standardization, international standardization, harmonized standard, rechargeable batteries.