

СЕКЦІЯ 1 СВІТОВЕ ГОСПОДАРСТВО І МІЖНАРОДНІ ЕКОНОМІЧНІ ВІДНОСИНИ

DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2019-33-1

УДК 339.9

Зварич І.Я.
*кандидат економічних наук, доцент,
докторант кафедри міжнародної економіки
Тернопільського національного економічного університету*

ЦИРКУЛЯРНІ ЛАНЦЮГИ СТВОРЕННЯ ДОДАНОЇ ВАРТОСТІ У ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Стаття присвячена розвитку циркулярних ланцюгів створення доданої вартості у процесі формування парадигми глобальної інклюзивної циркулярної економіки. Розглянуті ключові опорні е-пункти у формуванні циркулярних ланцюгів створення доданої вартості. При цьому виведено необхідність формування нового ринку для додатків другого життя зі зберіганням енергії, тобто так званого циркулярного ринку для батарей е-засобів із інклюзивною орієнтацією. Доведено, що збирання батарей електричних автомобілів вважається трудомістким, в той час як процес утилізації є, як правило, більш капіталомістким процесом. Розглянуті випадки порушень прав людини, в тому числі дітей, в галузі, зокрема при видобутку кобальту в Конго. Обґрунтовано необхідність у формуванні нової транспортної парадигми і врахуванням особливостей та ризиків ланцюгів поставок, при цьому виокремлено компанії, які є лідерами у використанні переробленого матеріалу.

Ключові слова: циркулярні ланцюги створення доданої вартості, нова транспортна парадигма, ланцюги поставок, літій-іонні батареї, процес утилізації, інклюзивна орієнтація, циркулярний ринок, глобальна інклюзивна циркулярна економіка.

Зварыч И.Я. ЦИРКУЛЯРНЫЕ ЦЕПИ СОЗДАНИЯ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Статья посвящена развитию циркулярных цепей создания добавленной стоимости в процессе формирования парадигмы глобальной инклюзивной циркулярной экономики. Рассмотрены ключевые опорные электронные пункты в формировании циркулярных цепей создания добавленной стоимости. При этом выведено необходимость формирования нового рынка для приложенной вторую жизнь с хранением энергии, то есть так называемого циркулярного рынке батарей э-средств с инклюзивным ориентацией. Доказано, что сбор батарей электрических автомобилей считается трудоемким, в то время как процесс утилизации является, как правило, более капиталоемким процессом. Рассмотрены случаи нарушений прав человека, в том числе детей, в области, в частности при добыче кобальта в Конго. Обоснована необходимость в формировании новой транспортной парадигмы и учетом особенностей и рисков цепей поставок, при этом выделены компании, которые являются лидерами в использовании переработанного материала.

Ключевые слова: циркулярные цепи создания добавленной стоимости, новая транспортная парадигма, цепи поставок, литий-ионные батареи, процесс утилизации, инклюзивная ориентация, циркулярный рынок, глобальная инклюзивная циркулярная экономика.

Zvorych Iryna. CIRCULAR CHAINS OF VALUE ADDED CREATION IN ELECTRIC CAR MANUFACTURING

The article is devoted to the development of circular value added chains in the process of the global inclusive circular economy paradigm formation. The key supporting e-points are considered in the formation of value added circular chains. The necessity of forming a new market for second-life applications with energy storage, that is, the so-called circular market for the batteries of e-vehicle with inclusive orientation was deduced. It is proved that collecting electric car batteries is labor-intensive, while the recycling process is usually a more capital-intensive process. Considered cases of violations of human rights, including children, in the field, in particular, in the extraction of cobalt in the Congo. The necessity of forming a new transport paradigm and taking into account the features and risks of supply chains is substantiated, while companies that are leaders in the use of recycled material are identified. The logic of this is the circular economy, because the battery coming from an electric car becomes part of the new energy world. The circular value chain of the lithium-ion battery can be divided into six key segments ranging from extraction and processing of raw materials up to the disposal of the final product, the production of storage batteries and the production of electric vehicles Mining and raw materials used in lithium ion batteries, along with the processing of these materials, usually takes place outside the EU. China is a leader in the production of fuel cells. It is estimated that this usually occurs when the batteries reach 70% to 80% of the initial capacity. At this point, the batteries are still capable of handling the charge and discharge for other applications, such as power generation. Based on the materials discussed, it is proposed to solve the problem and the goal of using value added circular chains to develop an inclusive transport paradigm as part of the global inclusive circular economy paradigm.

Keywords: circular value added chains, a new transport paradigm, supply chains, lithium ion batteries, recycling process, inclusive orientation, circular market, global inclusive circular economy.

“If you don't reuse, it's a huge waste”
Tom Zhao,
managing director of global sales
for BYD's battery group.

Постановка проблеми. Все ближчим стає то час, коли перші партії акумуляторних батарей з електричних і гібридних автомобілів досягнуть «пенсійного віку», але їх життя може продовжуватись, охолоджуючи пиво в 7-Elevens в Японії, забезпечуючи енергією автозаправні станції в Каліфорнії чи зберігати енергію для будинків в Європі [1]. Літій-іонні акумулятори можуть продукувати електроенергію ще сім-десять років після того, як вони були зняті з доріг, формуючи так званий циркулярний ланцюг створення доданої вартості.

Відповідно до прогнозів Bloomberg New Energy Finance (BNEF)¹, до 2025 року глобальний запас батарей електромобілів перевищить 3,4 млн., порівняно з 55 тис. у цьому році (2018). Тому пошук шляхів повторного використання таких технологій стає все більш актуальним. Китай, де продається близько половини світових електростанцій, впровадив в серпні 2018 року правила, які змусять автовиробників відповідати за батареї та управляти їх мобільністю. Друге життя генерує другий потік прибутку для того же самого продукту. Тобто іде мова про створення aftermarket та відповідно додаткового прибутку і вартості у циркулярному ланцюгу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження про роль та створення циркулярних ланцюгів створення доданої вартості розглядали так іноземні науковці-практики як Dr. Markus Zils у своїй праці «Towards a Circular Economy rethinking value chains to boost resource productivity»; dr. HL Harriette пропонує «Bos New circular value chains»,

а Mary-Kerstin Hassiotis пропонує ще у 2016 році «Building a Circular Supply Chain for a Circular Economy».

Роль електромобілів та подальше ефективне використання літій-іонних батарей розглядають багато іноземних дослідників, зокрема David Stringer та Jie Ma, Eleanor Drabik і Vasileios Rizos, Martin Brueckner, Vicky Parrott, Ben McLellan, Joshua Gordo, David Shepardson.

Мета дослідження – дослідити розвиток циркулярних ланцюгів створення доданої вартості у процесі формування парадигми глобальної інклюзивної циркулярної економіки. Розглянути ключові опорні е-пункти у формуванні циркулярних ланцюгів створення доданої вартості.

Виклад матеріалу дослідження та його основні результати. За словами головного виконавчого директора компанії Vox of Energy AB, шведської компанії, що працює з Porsche і Volvo Cars Йогана Штернберга, виробники автомобілів вже мають величезну проблему у вигляді величезного обсягу батарей, що у недалекому майбутньому формуватиме новий ринок для додатків другого життя зі зберіганням енергії, тобто так званий циркулярний ринок для батарей е-засобів із інклюзивною орієнтацією.

Bloomberg NEF доводить, що до 2040 року більше половини продажів нових автомобілів і третина світового флоту, рівного 559 млн. автомобілів, буде електричним. До 2050 року компанії будуть інвестувати близько 550 млрд. дол. у домашні, промислові та мережеві акумулятори. Логікою цього є циркулярна економіка, адже акумулятор, що надходить з електричного автомобіля, стає частиною нового енергетичного світу.

Проте, із розвитком такого типу економіки, коли багато компаній все більше занурюються у розвиток ідеї повторного використання, найбільший

Таблиця 1

Ключові опорні е-пункти у формуванні циркулярних ланцюгів створення доданої вартості

Компанія	Місце розташування	Роль в ланцюгу
Chevrolet	Мічиган (США)	Data center / Центр обробки даних
EVgo	Каліфорнія (США)	EV charging / Ев зарядяки
Florida Power&Light	Флорида (США)	grid management / управління мережею
Nissan / Eaton / Mobility House	Амстердам (Нідерланди)	energy storage / акумуляування енергії
BMW	Лейпціг Німеччина	energy storage farm / ферми зберігання енергії
Renault / Connected Energy	Бельгія	EV charging / Ев зарядяки
Renault / Renewable storage	Порто Санто (Ісландія)	Renewable storage / Поновлювані сховища
Renault	Париж (Франція)	Backup power for elevators / Резервне живлення для ліфтів
Ecar ACCU	Камерун (Африка)	Solar energy storage / Зберігання сонячної енергії
Eaton	Південна Африка	Energy storage / зберігання енергії
Nissan / Sumitomo	Naime (Японія)	Street lighting / Вуличне освітлення
Nissan / Sumitomo	Японія	Large-scale power storage / Масштабне зберігання енергії
BYD	Shenzhen (Китай)	Energy storage / зберігання енергії

Джерело: складено автором

¹ галузева дослідницька фірма, орієнтована на надання допомоги енергетикам для створення можливостей. Завдяки команді експертів, що поширюється на шість континентів, BNEF забезпечує незалежний аналіз та розуміння, що дозволяє органам, які приймають рішення, орієнтуватися на зміни в економіці, що розвивається.

виробник електричних автомобілів у США – Tesla Inc. – може залишитися на узбіччі. Компанія Palo Alto, штат Каліфорнія, заявила, що її батареї, ймовірно, не будуть придатні для нового завдання після 10-15 років використання, і вона зосереджується саме на відновленні сировини.

Зусилля, спрямовані на повторне використання, можуть уповільнитися, якщо стане більш вигідним видобувати такі матеріали, як кобальт, і просто робити нові батареї.

Компоненти, як правило, будуть замінені приблизно через десятиліття в сімейних автомобілях і чотири роки у важче працюючих автобусах і таксі. Незважаючи на те, що замінені батареї не можуть працювати з пасажирським автомобілем, вони ідеально підходять для менш вимогливих завдань, таких як зберігання електроенергії з сонячних батарей і вітрових турбін, а також для накопичення енергії від регулярного підключення до мережі за умов низьких цін.

За словами засновника лондонської компанії Ганса Еріка Меліна «Circular Energy Storage Research & Consulting», літій-іонний акумулятор фактично ніколи не вмирає, це те саме, що взяти з ліхтаря лужну батарею і поставити її в пульт дистанційного керування – і цього буде достатньо. До 2025 року близько трьох чвертей витрачених батарей EV буде повторно використано, а потім утилізовано для збору сировини.

Наприклад, в західній Швеції встановлюють так звані Vox of Energy розміром з великим холодильником, які використовують 20 акумуляторних модулів, отриманих від гібридних автомобілів Volvo. Вони зберігають енергію з сонячних панелей на даху житлового комплексу.

Масштабніші системи також можуть скоротити витрати для бізнесу. Акумулятори від Nissan Leaf незабаром допоможуть освітлювати вулиці в японському прибережному місті Namie, яке відновлюється після катастрофи 2011 року на сусідній АЕС Fukushima Daiichi.

Так, Toyota, виробник гібрида Prius, встановить свої використані батареї назовні крамниць 7-Eleven у Японії. Гібридні батареї будуть зберігати енергію з сонячних панелей, а потім використовувати для охолодження напоїв, підігрівання смажених курячих та ковбасних грилів всередині магазинів. Типова батарея EV зберігає близько 50-70% своєї потужності після її використання в електромобілях.

Циркулярний ланцюг створення доданої вартості літій-іонної батареї можна розділити на шість ключових сегментів, починаючи з видобутку та переробки сировини, аж до утилізації кінцевого продукту, з виробництвом акумуляторних батарей та виробництвом електричних транспортних засобів (рис. 1).

Видобуток мінералів і сировини, що використовуються в літій-іонних батареях, разом з обробкою цих матеріалів, зазвичай відбувається за межами ЄС. Китай є лідером у виробництві паливних елементів. У 2014 році саме Китай мав 41% світових виробничих потужностей автомобільних осередків, тоді як у ЄС – 5%.

Наступним етапом процесу є виробництво акумуляторної батареї, на яку припадає приблизно 40% вартості батареї EV. Що стосується виробництва електромобілів, подібних до США та Японії, ЄС має світову частку на ринку 22% виробників з 20 гібридних електромобілів (PHEV) та акумуляторних електричних транспортних засобів (BEV), а Китай – лідер з 33% ринку.



Рис. 1. Циркулярний ланцюг створення доданої вартості у виробництві електромобілів

Джерело: складено автором

Хоча ЄС знаходиться в сильній позиції (головним чином завдяки законодавчим вимогам на місцях), він ще не готовий керувати великою кількістю батарей, що вичерпали свій ресурс, тобто до їх правильної утилізації.

Що стосується першої та останньої стадій ланцюга вартості батареї, то літій-іонні батареї містять матеріали, які або вважаються критичними, або є серед кандидатів, класифікованих як критична сировина (CRM), визначені в оцінці Європейською Комісією. CRM можуть бути визначені як сировина, яка має високе економічне значення для ЄС і є вразливими до збоїв у постачанні. Матеріали з високим економічним значенням мають важливе значення для галузей промисловості ЄС і створюють додаткову цінність для економіки ЄС, а також робочі місця, а матеріали, які є вразливими до збоїв у постачанні – це ті, які мають високий ризик постачання для адекватного задоволення попиту промисловості ЄС.

Нещодавно Європейська Комісія переглянула свою методологію оцінки того, чи є сировина критичною. У критичній оцінці сировини, проведеної Європейською Комісією у 2017 році, з 61 кандидатських матеріалів 27 вважаються критичними. З високим економічним значенням і помірним ризиком постачання, кобальт вважається одним з 27 CRM, тоді як літій, нікель і алюміній знаходяться в межах кандидатних матеріалів.

Передбачається, що на кожному етапі процесу утилізації, тобто збирання, розбирання та переробки, робочі місця будуть створюватися в різній мірі. Збирання батарей ЕВ вважається трудомістким, в той час як процес утилізації є, як правило, більш капіталомістким (рис. 2).

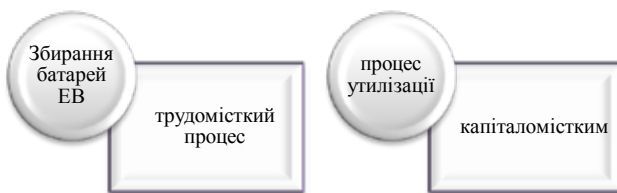


Рис. 2. Затратність збирання батарей ЕВ

Джерело: складено автором

Оскільки переробна промисловість літєвих акумуляторів ще не розроблена у великих масштабах, показники зайнятості з надійного джерела в літературі не доступні. Для цього дослідження значення зайнятості були розраховані на основі даних, отриманих через інтерв'ю з переробниками літій-іонних акумуляторів. Складаючи зібрану інформацію, передбачається, що на тисячу тон відходів літій-іонної батареї створено 15 робочих місць для збору, розбирання та утилізації цих батарей. З цих 15 робочих місць близько 80% було б для збору та демонтажу літій-іонних акумуляторів, тоді як інші 20% робочих місць були б для утилізації батарей. Слід зазначити, що ці цифри не враховують технологічні розробки. Тому, ймовірно, особливо після 2030 року, кількість робочих місць на тисячу тон літій-іонних батарей буде залежати від використовуваних технологій.

Форум WEEE (2017) надав резюме цифр з різних джерел щодо рівня зайнятості. Так, для кожної додаткової тисячі тон переробки електронних відходів створюється від семи до восьми нових робочих місць. Це відповідає припущенню, наведеному в цьому дослідженні, оскільки, як очікується, переробка літій-іонних батарей буде більш трудомісткою,

ніж утилізація електронних відходів через більш складну процедуру.

Замість того, щоб переробляти батареї, які були вилучені з транспортних засобів, акумулятор можна відновити, а самі сегменти можуть бути забезпечені другим життям у програмі зберігання. Електричні транспортні засоби, як правило, вимагають високопродуктивних батарей, отже, акумулятор видаляється з транспортного засобу, як тільки потужність знижується за певною невідомою точкою. Підраховано, що це зазвичай відбувається, коли батареї досягають від 70% до 80% від початкової ємності. В цей момент, батареї все ще здатні впоратися з зарядом і розрядом для інших застосувань, таких як накопичення електроенергії.

Батареї вторинного використання електроенергії доступні для застосування в сховищах, все ще можуть забезпечити корисний термін експлуатації в майбутній системі електроенергії через подальше збільшення періодично відновлюваних джерел енергії, підключених до європейської електричної мережі. Гнучка потужність нашої майбутньої енергосистеми матиме вирішальне значення для доповнення технологій відновлюваної електроенергії. Зберігання електроенергії має бути здатним споживати та виробляти електроенергію в моменти, коли це необхідно, і технології батарей можуть забезпечити вирішення цього моменту. Ця технологія вважається дуже гнучкою, забезпечуючи миттєву потужність в момент необхідності.

Повторне використання батарей ЕВ у системах другого життя продовжує термін їх служби. Різні джерела показують дуже різні погляди та прогнози щодо частки акумуляторів, які підтримуватимуть друге життя, підкреслюючи, що ринок в даний час є дуже невизначений. Деякі передбачають, що дуже мало батарейок витримає другий період життя, враховуючи зниження цін на літій-іонний акумулятор на майбутньому ринку, в той час як інші очікують, що більшість батарей пройдуть друге життя, перш ніж переробляти. Незважаючи на невпевненість, Bloomberg New Energy Finance (Curry, 2017) прогнозує, що в 2025 році 27% цих батарей матимуть вторинний ресурс у стаціонарних сховищах, а інші 73% будуть доступними для переробки. Однак, це буде залежати від ряду факторів, включаючи витрати на відновлення акумуляторних батарей ЕВ для зберігання, вартість матеріалів, які можна витягти з літій-іонних акумуляторів та витрати на переробку [2].

Порушення прав людини в галузі

Кобальт є ключовим компонентом літій-іонних батарей у електричних автомобілях, що пов'язано саме з дитячою працею. Кобальт видобувається в ряді країн по всьому світу, включаючи Австралію, але більша частина світових поставок надходить тільки з однієї країни в Африці, Демократичної Республіки Конго – країни з поганим рівнем застосування трудових норм і експлуатації дітей.

Оскільки кобальт зараз перебуває у такому високому попиту, його глобальна ціна зросла вдвічі протягом минулого року. За даними правозахисної організації Amnesty International, цей ріст чинив тиск на шахтарів в ДРК, щоб наростити виробництво, що призвело до залучення десятків тисяч дітей, яких заманювали або змушували або виснажливої та небезпечної роботи. За оцінкою ЮНІСЕФ 2014 року 40 000 дітей незаконно працюють на конголезських шахтах, і це є серйозною недооцінкою, враховуючи нещодавнє зростання світового попиту. Діти працюють 12 годин або більше. Значна частина кобальту,

Таблиця 2

Лідери постачання ключової сировини у виробництво акумуляторних батарей до електромобілів

№	Виробництво Літію Країни	Запаси Літію Країни	Виробництво Графіту Країни	Видобуток Кобальту Країни	Оброблення кобальту Країни	Видобуток Нікелю Країни	Оброблення Нікелю Країни
1	Австралія	Чилі	Китай	Конго	Китай	Філіппіни	Китай
2	Чилі	Китай	Індія	Нова Каледонія	Канада	Росія	Росія
3	Аргентина	Аргентина	Бразилія	Китай	Австралія	Канада	Японія
4	Китай	Австралія	Туреччина	Канада	Мадагаскар	Австралія	Канада
5	Зімбабве	Португалія	Канада	Австралія	Конго	Нова Каледонія	Австралія
6	Бразилія	Бразилія	Австрія	Філіппіни		Індонезія	Нова Каледонія
7	Португалія	США		Мадагаскар		Китай	Індонезія
8		Зімбабве					

Джерело: складено автором

що видобувається в ДРК, видобувається з невеликих шахт, іноді буквально закінчуються напівсільськими дворами.

Дослідження CBS News про дитячу працю в кобальтових шахтах в Демократичній Республіці Конго показало, що десятки тисяч дітей виростають без дитинства сьогодні – через два роки після того, як було опубліковано звіт про порушення прав людини в кобальтовій торгівлі. Звіт Amnesty вперше показав, що кобальт, видобутий дітьми, закінчується продуктами від відомих технологічних компаній, включаючи Apple, Microsoft, Tesla і Samsung. З 4-х років діти можуть вибирати кобальт з купою, вдихаючи токсичні пари.

Нікель, який використовується в тих же батареях, токсичний для вилучення з землі. Існують екологічні проблеми і конфлікти із землекористуванням, пов'язані з видобуванням літію в таких країнах, як Тибет і Болівія.

Елементи, що використовуються у виробництві акумуляторів, є обмеженими. Це робить неможливим електризувати весь світовий транспорт за допомогою сучасних технологій використання акумуляторів. Тим часом, досі не існує екологічно безпечного способу утилізації літій-іонних акумуляторів.

Електричні автомобілі часто супроводжуються вищими рівнями викидів без вихлопу. Електричні транспортні засоби додатково додає до проблеми тонкого пилу, оскільки він викликає більший знос шин та розсіювання частинок пилу.

Електричні автомобілі поділяють багато інших питань з звичайними автомобілями також. Обидва вимагають доріг, парковки та іншої інфраструктури, що є особливо проблемою в містах. Дороги розділяють громади і ускладнюють доступ до основних послуг тим, хто не має автомобілів. Зміна залежності людей від автомобілів згорання до електричних автомобілів також мало впливає на осліпий міський спосіб життя, оскільки воно закріплює нашу відсутність фізичної активності.

Інші проблеми пов'язані з перевантаженням. Враховуючи тенденції зростання населення та урбанізації в усьому світі та в Австралії, електричні автомобілі – незважаючи на очевидні переваги над викопним паливом – навряд чи вирішать проблеми міської мобільності та інфраструктури. Удосконалення утилізації, інновації та екологічність заводів акумуляторів можуть значно покращити вплив виробництва акумуляторів. Такі схеми сертифікації, як, наприклад, запропонована в Швеції, можуть допомогти забезпечити ланцюжки цінностей батареї

з низьким рівнем впливу і уникнути конфліктних мінералів і порушень прав людини в галузі.

Нова транспортна парадигма

Хоча питання про зміну клімату, здається, гарантує швидкий перехід до електричної мобільності, це може виявитися просто перехідною технологією. Електричні автомобілі будуть робити мало для міської мобільності та життєздатності в найближчі роки. Встановлені автовиробники, такі як Porsche, працюють над новими видами транспорту, особливо для перевантажених та зростаючих ринків, таких як Китай. Замість того, щоб менше автомобілів, як закликали експерти транспорту, автовиробники продовжують сприяти індивідуалізованому транспорту, хоч і більш зеленій версії.

Зі зростанням чисельності населення може знадобитися зміна парадигми в транспорті, яка спрямована на вирішення транспортних проблем. У Копенгагені, наприклад, велосипеди тепер перевищують кількість автомобілів у центрі міста, який впровадив наступних десяти років не має автомобіля. Багато інших міст, включаючи Осло в Норвегії та Ченду в Китаї, також знаходяться на шляху до вільного автомобіля.

Експерти вже розробляють нові способи розробки міст. Вони поєднують ефективний громадський транспорт, як це можна знайти в Курітіба, Бразилія, з принципами прохідності, як це можна побачити у Німеччині Вобен. Вони характеризуються змішаним використанням, змішаним доходом і транзитним орієнтуванням, як це спостерігається в таких місцях, як Fruitvale Village в Окленді, штат Каліфорнія.

Ці події не стосуються лише екологічних проблем, пов'язаних з транспортом. Вони підвищують життєздатність шляхом повернення міського простору до зелених розробок. Вони знижують вартість життя шляхом скорочення витрат і часу на дорогу. Вони забезпечують користь для здоров'я завдяки зменшенню забруднення та більш активного способу життя. Вони покращують соціальну згуртованість, сприяючи взаємодії з людьми в міських вулицях, а також допомагають зменшити злочинність. І, звичайно, вони покращують економічні показники, зменшуючи втрати продуктивності, зумовлені перевантаженням. Тобто все це працює в напрямку розробки інклюзивної транспортної парадигми.

Електричні автомобілі – це швидке розгортання технології, яка допомагає вирішувати питання зміни клімату та покращувати якість повітря – принаймні, до певного моменту. Але endgame еволюції мусить усунути багато щоденних потреб у пересуванні [3].

Ризики ланцюгів поставок

Перетворення мінералів на батареї займає ланцюг постачання, і кожен етап може бути вузьким та проблемним місцем. Такі як виробники електричних транспортних засобів, повинні бути стурбовані тим, що постачання однієї з ключових мінеральних компонентів, або інфраструктури переробки, може стати занадто централізованою в одній країні. Без різноманітних варіантів джерел, можливість обмеження пропозиції стає більш ймовірною.

В даний час графіт є досить централізованим, оскільки його виробляє менше країн, але резерви більш диверсифіковані. Оскільки майже половина світових запасів кобальтових руд зосереджена в Демократичній Республіці Конго в доступному для огляду майбутньому, а з великою часткою потужностей по переробці в Китаї, ланцюг постачання може бути більш вразливим.

Зрештою, уряди можуть знову обмежити постачання. У цьому сценарії Демократична Республіка Конго не входить до списку кращих постачальників. Вона погано оцінює більшість показників Світового банку спричиненою нестабільною політичною ситуацією, а Китай – краще. Але, як показав Китай у випадку рідкісноземельних елементів, існує невизначеність щодо надійності постачальника.

Постачання основних матеріалів для літєвих батарей не загрожує незабаром, але попит, швидше за все, відкриє нові зони для видобутку, що призведе до нових ризиків. Політична ситуація країн з великими резервними акціями та великими частками в переробці цих металів може швидко стати невизначеною. Чи дозволять такі країни, як Болівія, вільно експортувати літій і чи буде Демократична Республіка Конго та Китай обмежувати постачання кобальту.

Екологічно, майбутнє літій-іонного акумулятора також викликає занепокоєння. Зрештою, переробка літїю повинна відігравати певну роль у пом'якшенні політичних, екологічних та економічних ризиків у майбутньому, але високі темпи переробки літєвих батарей ще не з'являються.

З точки зору маркетингу, більшість потенційних покупців хочуть EV, тому що це екологічно чистіше, ніж звичайний автомобіль. Ці клієнти, таким чином, будуть більше зацікавлені в інших стабільних характеристиках автомобіля. Виробники сподіваються, що використання вторинної сировини може допомогти покупцям вибрати одну марку над іншою. Зокрема, можна виокремити компанії, які є лідерами у використанні переробленого матеріалу:

- Nissan Leaf

Зелена програма Nissan спрямована на те, щоб усунути всі відходи на протязі всього життя транспортного засобу, від проектування до утилізації. Майже 25 % Nissan Leaf виробляється з перероблених матеріалів. Старі ПЕТ-пляшки соди переробляються, щоб зробити сидіння, перероблені тканини використовуються в звукових ізоляторах під капотом, а деталі від старих електричних приладів використовуються в центральній частині. Смола з переробленої пластмаси навіть використовується для виготовлення більших пластикових компонентів для листів, таких як приладдя та дверні деталі.

- BMW i3

Деякі з найбільш екологічних характеристик BMW i3 не використовують вторинні матеріали, а замість цього враховують вплив виробництва на навколишнє середовище. Замість того, щоб використовувати формальдегід або інші хімічні речовини для загоряння шкіряних сидінь, BMW використовує оливкові листя. Панелі на дверях виготовляються з поновлених природних волокон, таких як евкаліпт з відкритими порами, який був сертифікований FSC.

- Toyota Prius

Prius використовує біо-пластмасу у їхньому проекті подушки сидіння, та у декілька інших частинах.

Електричні виробники автомобілів мають одну головну мету при розробці нових моделей – це підвищення їх енергоефективності, щоб вони могли збільшити свій асортимент. Одним з ключових факторів для розгляду є, таким чином, вага автомобіля. Чим легше, тим менше енергії потрібно для переміщення вперед. В результаті, виробники EV знаходяться на пошуках більш легких неструктурних матеріалів. У деяких випадках перероблені матеріали здатні забезпечити їх розчином, в той же час, що мають нижчий виробничий вуглецевий слід. Деякі нещодавно розроблені вторинні матеріали легше, ніж їхні альтернативи, допомагають знизити загальну вагу автомобіля. Британські виробники Luxus розробили новий матеріал, Nusolene, який використовується для виготовлення внутрішніх деталей, які на 10-15% легший порівняно з їхніми первинними пластиковими еквівалентами.

Інша компанія, Benecke-Kaliko, використовує ТЕРЕО, внутрішню фольгу, яка на 50 % легше, ніж ПВХ². Цей матеріал може знизити вагу автомобіля на 2 кг і виробляє на 48% менше CO₂ протягом всього життєвого циклу порівняно із звичайною ПВХ фольгою.

Проблема з утилізацією частин автомобілів, особливо металів, в кінці їхнього життя є забрудненням металобрухту; через забруднення іншими матеріалами, метали не вважаються достатньо чистими, щоб їх можна було переробити, щоб зробити нові конструкційні частини автомобіля. Проте, під час виробничого процесу існує можливість для структурних матеріалів автомобіля подаватися в ланцюг постачання, що переробляється. У контрольованому виробничому середовищі якість вторинного матеріалу може бути збережена, а забруднення лому може бути значно меншою проблемою.

Наприклад, лише близько половини листового металу, що використовується для виготовлення дверей автомобіля, може бути використаним для подачі в ланцюг постачання вторинної сировини, а решта утилізується. У зв'язку з цим утворилось партнерство – циркулярний ланцюг створення доданої вартості – між Jaguar Land Rover (JLR) та виробником алюмінію Novelis, 30 тис. тонн алюмінієвого брусу прес-магазину були відновлені з заводів JLR і перероблені Novelis, щоб бути використаними у виробництві нових панелей кузова.

Висновки. Альтернативою є продаж сталевому брухту іншим галузям промисловості, де стандарти безпеки нижче, і менше проблем із забрудненням брухту. Наприклад, General Motors продає сталеві

² Полівінілхлорид (ПВХ, англ. PVC) або поліхлорвініл, поліхлорвінілова смола – безбарвна, прозора пластмаса, термопластичний полімер, продукт полімеризації хлорвінілу CH₂=CHCl. Щоб одержати з поліхлорвінілу м'який матеріал, його змішують з пластифікатором. У присутності органічних пероксидних сполук при 40 °C і тиску 5 атм хлорвініл легко полімеризується в еластичну масу, яку й називають поліхлорвініловою смолою.

вий брутт від свого виробничого процесу до Blue Star Steel. Blue Star переробляє цю сталь для виготовлення компонентів для обладнання опалення та кондиціонування.

Крім пошуку нових матеріалів, які можуть бути виготовлені з перероблених продуктів, виробники електромобілів також можуть зробити значні екологічні заощадження від вибору сировини, що виробляє менше викидів вуглецю при виробництві.

Це є причиною використання біопластів, лісів, отриманих з стійких лісів, і у випадку BMW, вуглецеве волокно, яке виробляється з використанням тільки гідроелектростанцій.

Використання легких матеріалів і багатокомпонентних складових у виробництві автомобілів допомогло створити легші, стійкіші транспортні засоби. Для звичайних транспортних засобів це призвело до значного скорочення викидів CO₂ під час етапу використання транспортного засобу, допомагаючи їм досягти суворіших стандартів викидів. Для EVS, це допомогло збільшити їхній діапазон пробігу.

Виходячи з усіх інших цілей безпеки та охорони навколишнього середовища, виробники електромобілів не повинні випускати з уваги необхідність полегшувати відновлення матеріалів та їх повторне використання після закінчення терміну експлуатації транспортного засобу.

Проблема полягає в тому, що деякі з технологій приєднання, які з'єднують кілька матеріалів разом, щоб зробити легкі транспортні засоби, можуть принести серйозні проблеми наприкінці життя. Здатність до відновлення цих матеріалів у замкнутому циклі сильно обмежена. З новим дизайном автомобіля використовуючи все більше та більше цих багатоматеріальних компонентів, що викликає все більше занепокоєння.

Так, Toyota знайшла таку можливість в Єллоустонському національному парку, де більш ніж 200 гібридних акумуляторів використовувалися для

формування стаціонарної одиниці зберігання, що містить електроенергію, вироблену масивом сонячних батарей для парку. З об'єднаною потужністю 85kWh, вони постачають потужність для будинків на Lamar Buffalo Ранчо кампусі.

Відновлені матеріали є важливою і зростаючою частиною планів виробників електромобілів для підвищення стійкості транспортних засобів. Але вони повинні розглядатися цілісно поряд з іншими елементами конструкції транспортного засобу, щоб забезпечити справжню екологічну економію.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Stringer D., Ma J. Where 3 Million Electric Vehicle Batteries Will Go When They Retire. URL: <https://www.bloomberg.com/news/features/2018-06-27/where-3-million-electric-vehicle-batteries-will-go-when-they-retire> (дата звернення: 26.12.2018).
2. Drabik E., Rizos V. Prospects for electric vehicle batteries in a circular economy. URL: https://www.ceps.eu/system/files/RR%202018_05_Circular%20Impacts_batteries.pdf (дата звернення: 26.12.2018).
3. Brueckner M. Not so fast: why the electric vehicle revolution will bring problems of its own. URL: <http://theconversation.com/not-so-fast-why-the-electric-vehicle-revolution-will-bring-problems-of-its-own-94980> (дата звернення: 26.12.2018).
4. Parrott V. What happens to used lithium-ion battery packs from electric cars? URL: <https://www.telegraph.co.uk/cars/advice/happens-used-lithium-ion-battery-packs-electric-cars/> (дата звернення: 26.12.2018).
5. McLellan B. Politically charged: do you know where your batteries come from? URL: <https://theconversation.com/politically-charged-do-you-know-where-your-batteries-come-from-80886> (дата звернення: 26.12.2018).
6. Gordon J. The potential of EV batteries in a closed supply chain. URL: <https://www.fleetcarma.com/potential-ev-batteries-closed-supply-chain/> (дата звернення: 26.12.2018).
7. Shepardson D., Chang R. Factbox: Plans for electric vehicle battery production in Europe. URL: <https://www.reuters.com/article/us-autos-batteries-europe-factbox/factbox-plans-for-electric-vehicle-battery-production-in-europe-idUSKCN1NE0K5> (дата звернення: 26.12.2018).