

КОНКУРС НА КРАЩУ РАБОТУ СТУДЕНТІВ
РОЗДІЛ «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ»

СТУДЕНТСЬКА НАУКОВА РОБОТА

НА ТЕМУ: ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ НАКОПИЧУВАЧА ЕНЕРГІЇ
ГІБРИДНОЇ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМОБІЛЯ ПІДВИЩЕНОЇ
ПРОХІДНОСТІ В ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВАХ

ДЕВІЗ: ЕКСПЛУАТАЦІЯ ГІБРИДІВ

2020 р.

РЕФЕРАТ

Наукова робота: 23 с., 10 рис., 13 джерел

Об'єктом дослідження є робочий процес накопичення енергії гібридного автомобіля підвищеної прохідності з різними накопичувачами в експлуатаційних умовах.

Предметом дослідження є вплив типу накопичувача енергії гібридних силових установок на техніко-експлуатаційні показники автомобілів підвищеної прохідності з урахуванням експлуатаційних факторів.

Мета роботи – збільшення запасу ходу, поліпшення екологічності та паливної економічності гібридних автомобілів підвищеної прохідності шляхом раціонального вибору типу накопичувача енергії з врахуванням експлуатаційних факторів.

Задачі дослідження: розробити універсальну класифікацію накопичувачів енергії; провести аналіз ефективності накопичувачів енергії силової установки автомобіля підвищеної прохідності з урахуванням експлуатаційних факторів.

**ЕНЕРГОУСТАНОВКА, НАКОПИЧУВАЧА ЕНЕРГІЇ,
АКУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ, АВТОМОБІЛЬ ПІДВИЩЕНОЇ
ПРОХІДНОСТІ, ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ**

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ ПІДВИЩЕНОЇ ПРОХІДНОСТІ.....	5
1.1 Характеристика умов експлуатації автомобілів підвищеної прохідності. . .	5
1.2 Енергоустановки гібридних автомобілів підвищеної прохідності.. ..	5
1.3 Світові тенденції виробництва гібридного транспорту	7
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ	9
2.1 Класифікація накопичувачів енергії.	9
2.2 Літій-іонні акумуляторні батареї	10
2.3 Літій-нанофосфатні акумуляторні батареї	11
2.4 Літій-кобальтові акумуляторні батареї	12
2.5 Нікель-металогідридні акумулятори	14
2.6 Нікель-кадмієві акумулятори	15
2.7 Ультраконденсатори	16
2.8 Маховики	18
ВИСНОВКИ	21
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	22

ВСТУП

Актуальність теми. Сьогодні автомобіль, це цілий комплекс систем який робить поїздки комфортною, зручною, швидкою, безпечною. Але як показує статистика автомобільний транспорт є одним з найнебезпечніших для нашої планети елементом по викиду шкідливих речовин. Тенденція автомобілі будови говорить про те що ДВЗ вже не можуть забезпечити високі вимоги з охорони навколишнього середовища, до того ж запаси нафтопродуктів на землі обмежені, а їх поповнення - це найскладніші фізико-хімічні процеси, які затягнуться на сотні років. Пошук нових видів палив, енергії або істотне зниження витрати нафтопродуктів і раціональне їх використання, як і зниження викидів шкідливих речовин, - головне завдання автомобілебудування.

Актуальною ця проблема є для значного сегменту транспорту – автомобілів підвищеної прохідності.

Майже кожний сучасний виробник має лінійку гібридних автомобілів, та проводить науково-дослідні роботи по розробці та вдосконаленню гібридних силових установок. Але у виробників гібридних автомобілів немає єдиного погляду на концепцію його створення.

Сьогодні модельний ряд будь-якої фірми включає в себе автомобілі підвищеної прохідності, які відрізняються між собою не тільки конструкцією кузова (кабіни), а і конструкцією та властивостями силової установки (тип ДВЗ, кількість та тип електродвигунів, схема підключення, тип накопичення енергії, принципи керування та режими експлуатації) і других вузлів і систем автомобіля.

Основними техніко-експлуатаційними властивостями сучасного автомобіля підвищеної прохідності є паливна економічність, екологічність, тягово-швидкісні властивості та прохідність. Причому в різних експлуатаційних умовах вагомість окремих показників цих властивостей змінюється відповідно схеми гібридної силової установки.

1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ ПІДВИЩЕНОЇ ПРОХІДНОСТІ

1.1 Характеристика умов експлуатації автомобілів підвищеної прохідності

До автомобілів підвищеної прохідності пред'являють суперечливі вимоги забезпечення виконання транспортної роботи, як на дорогах з твердим покриттям, так і в умовах бездоріжжя, при будь-яких погодних і дорожніх умовах.

Виходячи з призначення цих автомобілів при виконанні певних швидкісних, екологічних та економічних вимог одною з головних якостей є прохідність. Крім того, для автомобілів спеціального призначення можуть бути поставлені ще додаткові вимоги щодо їх прохідності, а саме: подолання вертикальних перешкод; подолання ровів довільної глибини і заданої ширини; подолання водних перешкод.

Автомобіль підвищеної прохідності повинен не тільки мати можливість проходити по зазначених вище дорогах, а й мати при цьому досить високу середню швидкість руху. Деякі відхилення від цієї вимоги можуть бути допущені тільки щодо подолання водних перешкод і частково ровів і вертикальних перешкод, складаючих відносно малу частину загального шляху.

Під прохідністю розуміється здатність автомобіля перевозити з високою середньою швидкістю вантаж, пасажирів або спеціальне обладнання у важких дорожніх або позашляхових умовах [1-3]. Прохідність автомобіля – комплексна властивість, що характеризує його рухливість і економічність, а при сучасних вимогах до охорони навколишнього середовища – ще й екологічність. Прохідність нерозривно пов'язана зі здатністю автомобіля найбільш ефективно виконувати транспортну роботу в заданих дорожніх умовах.

Перелічені параметри суттєво впливають на прохідність автомобіля та інші властивості, і повинні задаватися або бути врахованими на початковому етапі проектування АПП згідно його призначення та заданих умов експлуатації.

1.2 Енергоустановки гібридних автомобілів підвищеної прохідності

Усі світові автогіганти мають стратегії по захисту навколишнього середовища. Та самим прогресивним напрямком сьогодення є створення автомобіля з гібридною силовою установкою, який здатний виконати найжорсткіші екологічні вимоги, на 10-80% знизити витрати моторного палива й на 20-90% – викиди вуглекислого газу в атмосферу. Майже кожний прогресивний виробник має лінійку гібридних автомобілів, та проводить науково-дослідні роботи по розробці та вдосконаленню гібридних силових установок. Але у виробників гібридних автомобілів немає єдиного погляду на концепцію його створення.

Робочий принцип гібридного автомобіля: комбіноване використання енергії від елементів гібридної силової установки автомобілів. Світовий досвід свідчить про те, що на автомобіль з традиційним ДВЗ встановлюють додаткову енергетичну установку, яка включає, як правило, один або декілька тягових електричних двигунів. При цьому ДВЗ налагоджується спеціально під економічний та екологічно чистий режим роботи. Синергетика такого гібрида складається в використанні різних сторін та позитивних якостей як електричного двигуна, так і ДВЗ.

Сучасний автомобіль підвищеної прохідності не є виключенням і повинен бути обладнаний двигуном, який би відповідав світовим екологічним нормам. Двигун повинен бути досить економічним, що є дуже важливим чинником для сучасного автовиробництва, матиме сучасну конструкцію, і бути достатньо надійним (безвідмовно та ефективно працювати на всіх режимах роботи), мати невелику масу, але при цьому мати достатню потужність при русі на дорогах з твердим покриттям з великими швидкостями.

Активно розвиваються і електромобілі. Основними їх недоліками є великий час зарядки батарей, та малий запас ходу. Але не зважаючи на недоліки цей напрямок дуже перспективний, бо має значні переваги, такі як: зменшення витрат

на паливо; зниження забруднення середовища (але науковці сперечаються у цьому із-за способів здобуття електроенергії); зниження шуму; безпека.

Усі світові автогіганти мають стратегії по захисту навколишнього середовища. Та самим прогресивним напрямком сьогодення, при сучасному рівні технологій є створення автомобіля з гібридною силовою установкою, який здатний задовільнити найжорсткіші екологічні вимоги, на 10...80% знизити витрати моторного палива й на 20...90% – викиди вуглекислого газу в атмосферу [4]. Майже кожний прогресивний виробник має лінійку гібридних автомобілів, та проводить науково-дослідні роботи по розробці та вдосконаленню гібридних силових установок.

1.3 Світові тенденції виробництва гібридного транспорту

Іноземні видання, автомобільні журнали, компанії консалтингу приділяють серйозну увагу інформаційному забезпеченню впровадження автомобілів з електричними приводами, при цьому в них широко розглядаються питання обґрунтування переваг транспорту з електричними силовими установками, особливості їх енергозабезпечення, викладаються принципи функціонування електромобілів і гібридів, основи обслуговування і безпеки; розробці математичних моделей. За розрахунками які наводить Boston Consulting Group - міжнародна компанія, що спеціалізується на управлінському консалтингу, настає ера електромобілів, і батареї готові стати провідним джерелом енергії для мобільності.

Сьогодні найбільш розповсюдженими є чотири типи автомобілі на електричній тязі:

М'які гібридні електромобілі (MHEV) - оснащені двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ) і малопотужним електричним двигуном з ємністю акумулятора близько 5 кВт*год. За оцінками, в 2030 році MHEV представлятимуть 15% світового автомобільного ринку.

Гібридні електромобілі (HEV) - поєднують в собі ДВЗ і електродвигун середньої потужності з акумуляторною батареєю близько 10 кВт*год. Частка ринку в 2030 році оцінюється в 13%.

Підзаряджувальні гібридні електромобілі (PHEV) - мають ДВЗ і потужний електричний двигун з акумуляторною батареєю приблизно 18 кВт*год. Очікується, що частка ринку в 2030 році складе всього 6%.

Акумуляторні електромобілі (BEV) - оснащені електродвигуном, що працює від акумулятора великої ємності. Залежно від класу автомобіля ємність акумулятора може досягати 110 кВт*год. За приведеними оцінками (рис 1), представлятимуть приблизно 14% автомобільного ринку в 2030 році [5].

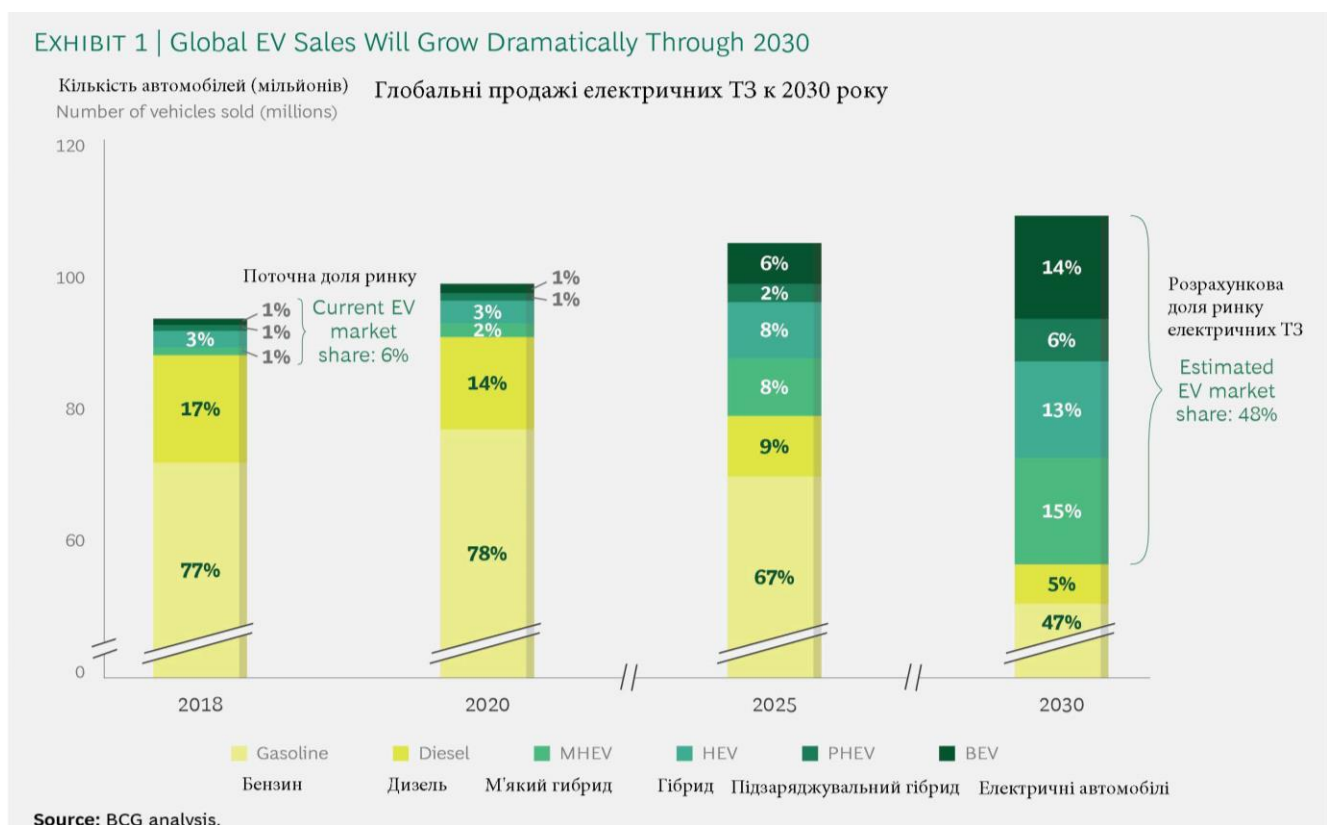


Рисунок 1 – Діаграма розрахунків кількості електричних автомобілів (Boston Consulting Group).

2. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ

2.1 Класифікація накопичувачів енергії

В дослідженні було розроблено класифікацію накопичувачів енергії (рис. 2) за основними конструктивним, функціональними та експлуатаційними ознаками.

В сучасних енергетичних установках автомобілів застосовуються такі види накопичувачів:

- 1) літій-іонні акумуляторні батареї: літій-кобальтові (LiCoO₂), літій-нанофосфатні (LiFePO₄);
- 2) нікелеві : нікель-металогідридні (Ni-MH), нікель-кобальтові (Ni-Co);
- 3) ємнісні: технологія ультраконденсаторів;
- 4) механічні.

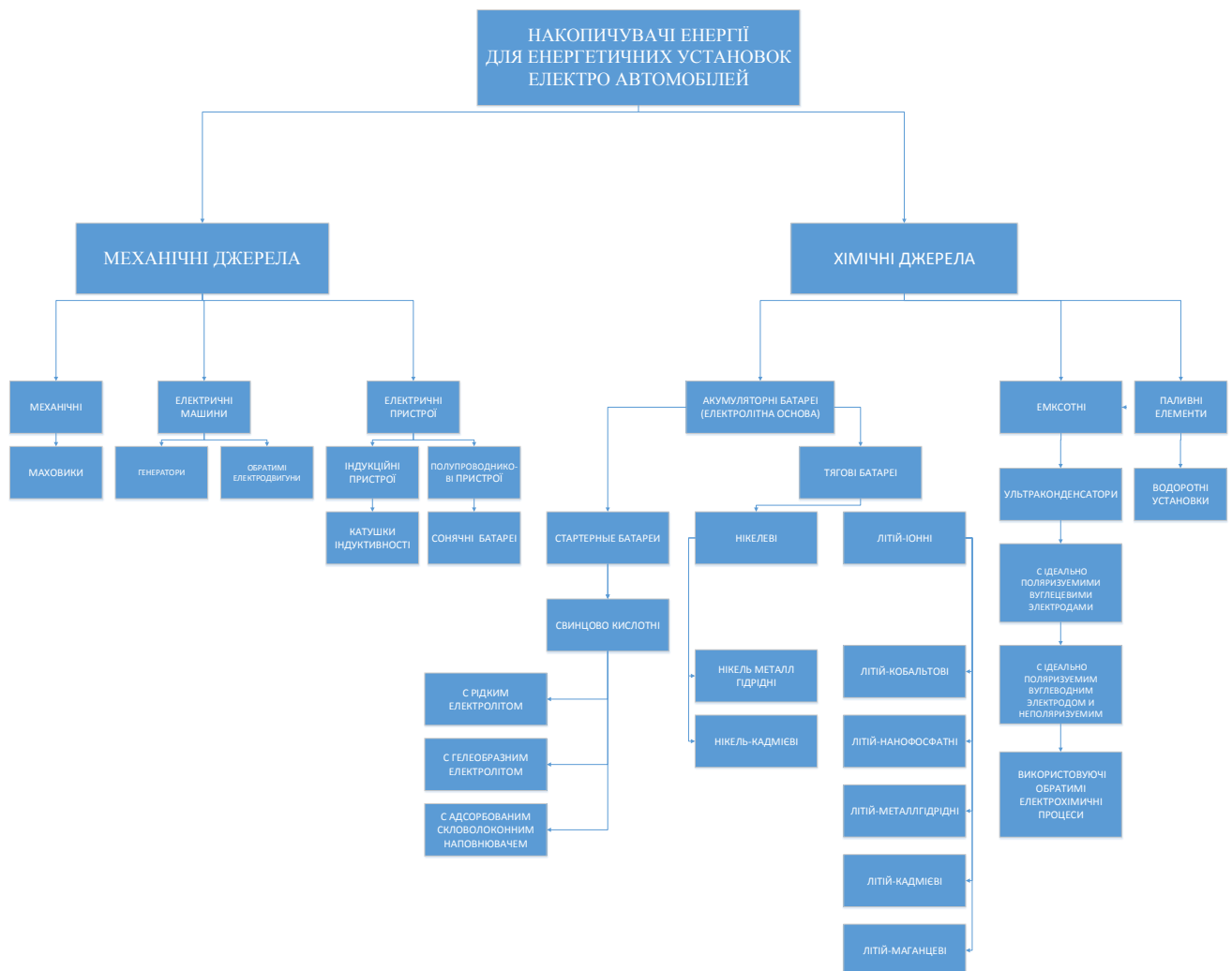


Рисунок 2 – Класифікація накопичувачів енергії

2.2 Літій-іонні акумуляторні батареї

Широке застосування знайшли літій-іонні акумуляторні батареї (далі Li-ion, рис 3).



Рисунок 3 – Літій-іонний акумулятор [6]

Вони являють собою більш сучасне покоління акумуляторних батарей і сконструйовані на основі сполук літію. Переносником заряду в Li-ion акумуляторів є позитивно заряджений іон літію, який має здатність впроваджуватися в кристалічну решітку інших матеріалів (наприклад, в графіт, оксиди і солі металів). Li-ion акумулятор складається з електродів (катодного матеріалу на алюмінієвій фользі і анодного матеріалу на мідній фользі), розділених пористим сепаратором, просоченим електролітом.

Корпус оснащують запобіжним клапаном, скидальним внутрішній тиск при аварійних ситуаціях або при порушеннях умов експлуатації, та спеціальним пристроєм заряду/розряду (battery management system- «система управління батареєю»). Завдяки низькому саморозряду і великій кількості циклів заряду/розряду, Li-ion акумулятори є найкращими для застосування в альтернативній енергетиці [6].

У порівнянні з нікель-кадмієвих батареями вони мають майже вдвічі більшу щільність енергії. Це означає, що даний тип батарей щодо їх потужності вимагає меншого простору для установки в електромобілі, так що залишається більше вільного простору для пасажирів і багажного відділу. Також до переваг варто

віднести те, що «Сучасні батареї», що застосовуються на автомобілях, здатні вміщати 0, 8-2,6 кВт • год на кілограм власної ваги, тобто мають невелику вагу. По-друге, вони допускають більш глибокий заряд і розряд. Якщо для нікель-металгідридних акумулятора оптимальний діапазон зарядки складає від 40% до 60%, тобто всього 20% загальної місткості, то для літій іонного вона в 2,5 рази більше: від 25% до 75%. Термін їх служби більше. Наприклад, гарантія на літій-іонну батарею французької фірми «SAFT» становить 10 років, а на нікель-металгідридних виробництва «Panasonic» - тільки 8 років.

Є у літій-іонних батареї і суттєві недоліки. По-перше, неможливість реанімувати повністю розряджений акумулятор. По-друге, для роботи їм потрібно забезпечити вузький температурний діапазон від 25°...45°С. Якщо їх не зігрівати взимку, ємність впаде на третину при -10°С, і на половину при -20°С. Влітку ще небезпечніше: при 55 - 60°С акумулятори починають руйнуватися - їх необхідно охолоджувати. Повний цикл заряду акумуляторів від побутової електромережі з напругою 220 В і силою струму 30 А триває близько 8 годин, 80% ємності на спеціальному зарядному пристрої Nissan (480 В - 125 А) заповнюються за 30 хвилин [8].

2.3 Літій-нанофосфатні акумуляторні батареї

Літій-залізо-фосфатні акумулятори (далі LFP, LiFePO_4) відносяться до літій-іонних акумуляторів, але за рахунок поліпшеної технології (модно званої "нанофосфатна") досягли рівня практичного застосування в пристроях з великим струмоспоживанням. Застосовуються у електротранспорті в якості тягових батарей.

LiFePO_4 батарея за принципом дії практично аналогічна іншим літій-іонним акумуляторам. LFP хімія пропонує більш тривалий термін служби, циклів заряду-розряду, ніж інші літій-іонні акумулятори. LiFePO_4 батареї мають постійну напругу розряду на відміну від іонно-літієвих батарей. Напруга залишається близьким до 3,2 В під час розряду, поки елемент не розрядиться. Це дозволяє батареї забезпечувати практично повну потужність до тих пір, поки вона не

розрядиться, і це може значно спростити або навіть усунути необхідність в схемах регулювання напруги. Через номінального залишкового значення напруги 3,2 В. їх можливо застосовувати на автомобільному транспорті в якості заміни штатних АКБ з напругою 12 В при з'єднанні 4. При цьому дана концепція переходу дозволяє значно знизити вагу АКБ в порівнянні з кислотно-свинцевою батареєю. Особливо дана технологія може бути доречна в гібридних і електро- автомобілях які мають в своїй конструкції як високовольтну батарею для живлення тягового електродвигуна, так і батарею напругою 12 В для енергопостачання бортової мережі, систем і протоколів обміну даними, керуючої електроніки і т. д. Недоліком даної концепції є необхідність застосування більш складної за алгоритмом дії зарядного пристрою, ніж при свинцевого-кислотних батареях.

LFP знайшли широке застосування в автомобільному гібридному транспорті, електромобілях, нових поколіннях гібридних і електровантажівок приклад vw e-delivery (рис. 4).



Рисунок 4 – Електричний вантажний автомобіль VW e-delivery [9].

2.4 Літій-кобальтові акумуляторні батареї

Конструкція літій-кобальтових (далі LiCoO_2) акумуляторів практично аналогічна іншим літій-іонним акумуляторам. Різниця в тому що катодний електрод покритий шаром оксиду кобальту (рис. 5), що дозволяє акумуляторам ефективно працювати при низьких температурах, та збільшити число циклів

заряду/розряду. Також даний вид акумуляторів має високий показник питомої енергоємності.

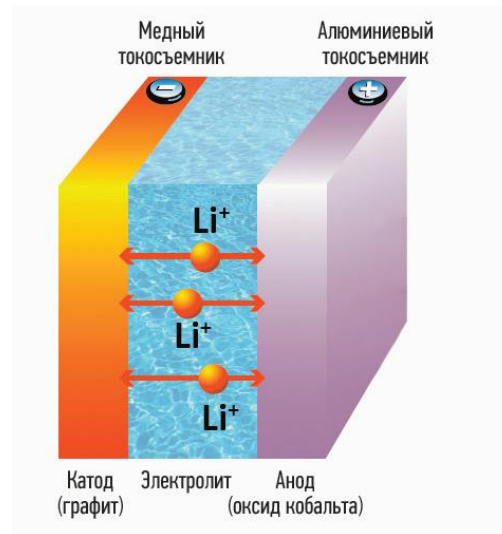


Рисунок 5 – Конструкція LiCoO_2 батарей [9].

До недоліком даних акумуляторів відносяться їх низька термічна нестабільність, як наслідок - необхідне застосування більш гнучких і строгих систем управління зарядом/розрядом батареї. Але кобальт це один з найдорожчих матеріалів батареї. В самому ранньому типі автомобільних літій-іонних батарей кобальт становив понад 25% всього обсягу використовуваних рідкоземельних металів. З розвитком технологій, його кількість зменшилася, однак, все одно до цих пір воно значна. В основному добувають його в Демократичній Республіці Конго, ручним способом і практично рабською працею, залучаючи до цього навіть дітей. Тому, сьогоднішня ціна на кобальт непомірно висока, і постійно рухається вгору. Згідно з даними Streetwise Reports, зараз в США будують першу в країні кобальтову шахту, але компанія Panasonic, найбільший виробник літій-іонних батарей, впевнена, що в найближчі роки дефіцит на кобальт стане катастрофічним. Тільки за останні 2 роки ціна на нього виросла в 3 рази, досягнувши до сьогоднішнього дня \$ 85000 за тонну. А при збільшенні попиту, можна тільки здогадуватися, як буде рости його вартість. Побоюючись подібної ситуації, Panasonic, що поставляє свої батареї в тому числі і Tesla, оголосила, що почала роботу над технологією створення безкобальтовим акумуляторів [9].

2.5 Нікель-металогідридні акумулятори

У цих батареях в якості матеріалу для електродів використовується з'єднання нікелю та з'єднання іншого металу. Активним матеріалом негативного електрода є інтерметаліди, оборотно сорбуючі водні, тобто фактично негативний електрод є водневим електродом, у якого відновлена форма водню знаходиться в абсорбуючому стані, простіше кажучи водневий металогідридний електрод це зазвичай гідрид нікель-лантан або нікель-літій. Катодним матеріалом є оксид нікелю. В якості електроліту використовується гідроксид калію. У свою чергу Ni-MH вони володіють більшою щільністю енергії щодо стійкі до пошкоджень. Хоча ефект пам'яті проявляється в меншій мірі у цих акумуляторних батареях протягом терміну служби коефіцієнт корисної дії знижується. Ці втрати коефіцієнта корисної дії до певної міри оборотні (переборні). Інші переваги нікель-металогідридних акумуляторних батарей: вони не містять таких отруйних важких металів, як свинець або кадмій. Електроліт в батареї міститься в твердому вигляді. Навіть в разі руйнування корпусу можливі тільки окремі бризки електроліту. Цей тип акумуляторів розроблений для заміни нікель-кадмієвих акумуляторів. Нікель-металогідридні акумулятори мають приблизно на 20% більшу ємність при тих же габаритах, але менший термін служби - від 200 до 300 циклів заряду/розряду. Саморозряд приблизно в 1,5-2 рази вище, ніж у нікель-кадмієвих акумуляторів. NiMH-акумулятори практично позбавлені «ефекту пам'яті». Це означає, що заряджати в повному обсязі розряджений акумулятор можна, якщо він не зберігався більше кількох днів в такому стані. Якщо ж акумулятор був частково розряджений, а потім не використовувалася протягом тривалого часу (понад 30 днів), то перед зарядом його необхідно розрядити. Екологічно безпечні. Найбільш сприятливий режим роботи: заряд невеликим струмом, $0,1C$ (C - номінальна ємність), час заряду - 15-16 годин (типова рекомендація виробника); максимальний допустимий струм - $0,3C$ - заявляється виробниками [10].

2.6 Нікель-кадмієві акумулятори

Нікель-кадмієвий акумулятор (NiCd) - вторинний хімічний джерело струму, в якому катодом є гідрат закису нікелю $\text{Ni}(\text{OH})_2$ з графітовим порошком (близько 5-8%), електролітом - гідроксид калію KOH щільністю 1,19-1,21 з добавкою гідроксиду літію LiOH (для збільшення ємності на 21-25%), анодом - гідрат закису кадмію $\text{Cd}(\text{OH})_2$ або металевий кадмій Cd (у вигляді порошку). ЕРС нікель-кадмієвого акумулятора - близько 1,37 В, питома енергія - порядку 45-65 Вт • год / кг. Залежно від конструкції, режиму роботи (тривалі або короткі розряди) і чистоти застосовуваних матеріалів, термін служби складає від 100 до 900 циклів заряду-розряду. Сучасні промислові нікель-кадмієві батареї можуть служити до 20-25 років. Конструктивно всі нікель-кадмієві акумулятори оснащені міцним герметичним корпусом, який витримує внутрішній тиск газів в важких умовах експлуатації.

В даний час використання нікель-кадмієвих акумуляторів сильно обмежена з екологічних міркувань, тому вони застосовуються тільки там, де використання інших систем неможливо, а саме - в пристроях, що характеризуються великими розрядними і зарядними струмами. Завдяки дуже низькому внутрішньому опору акумулятор не нагрівається навіть при зарядці великим струмом. Як наслідок їх зарядка може займати малу кількість часу. Тільки коли акумулятор повністю зарядиться, починається помітний розігрів, що і використовується більшістю зарядних пристроїв як сигнал закінчення зарядки. Цикл розряду починається з 1,35 В і закінчується на 1,0 В (відповідно 100% ємності і 1% залишилася ємності). Цей тип акумуляторів має ефект пам'яті. При зберіганні NiCd-акумулятори також втрачають ємність, хоча і зберігають вихідну напругу. Щоб уникнути невірної розбраковки при знятті акумуляторів з зберігання, рекомендується зберігати їх в розрядженому вигляді - тоді після першої ж зарядки акумулятори будуть повністю готові до використання.

2.7. Ультраконденсатори

Крім акумуляторів в сучасних автомобілях у якості накопичувачів енергії використовуються конденсатори.

Електрохімічні конденсатори подвійного шару (EDLC), також відомі як суперконденсатори або ультраконденсатори (рис. 6, 7). Вони зберігають енергію електростатично шляхом поляризації електролітичного розчину. Хоча це електрохімічний пристрій, в його механізмі акумулювання енергії немає хімічних реакцій. Це дозволяє ультраконденсатори заряджати та розряджати від сотень тисяч до навіть мільйонів разів. Ультраконденсатор можна розглядати як дві не реакційно здатні пористі пластини, суспендовані в електроліті з прикладеною напругою на пластинках. Прикладається потенціал на позитивній пластині притягує негативні іони в електроліті, а потенціал на негативній пластині притягує позитивні іони. Це ефективно створює два шари зберігання заряду, в якому заряди розділені на позитивній пластині, а інший - на негативній пластині. Поверхня зберігання заряду звичайних електролітичних конденсаторів виходить з тонких пластин плоского провідного матеріалу. Висока ємність досягається за рахунок намотування великої довжини матеріалу. Подальше збільшення можливе за рахунок текстуровування його поверхні, збільшення його площі. У ультраконденсатори площа поверхні забезпечується застосуванням пористого матеріалу на основі вуглецю. Пориста структура цього матеріалу дозволяє забезпечити площу поверхні до 2000 квадратних метрів на грам, що набагато більше, ніж може бути досягнуто з використанням плоских або текстурованих плівок і пластин. Відстань поділу заряду ультраконденсаторів визначається розміром іонів в електроліті, які притягуються до зарядженого електроду. Це поділ заряду (менше 10ангстрем) набагато менше, ніж може бути досягнуто з використанням звичайних діелектричних матеріалів. Поєднання величезної площі поверхні і надзвичайно маленького поділу заряду дає ультраконденсатори його кардинально велику ємність у порівнянні зі звичайними конденсаторами [11].

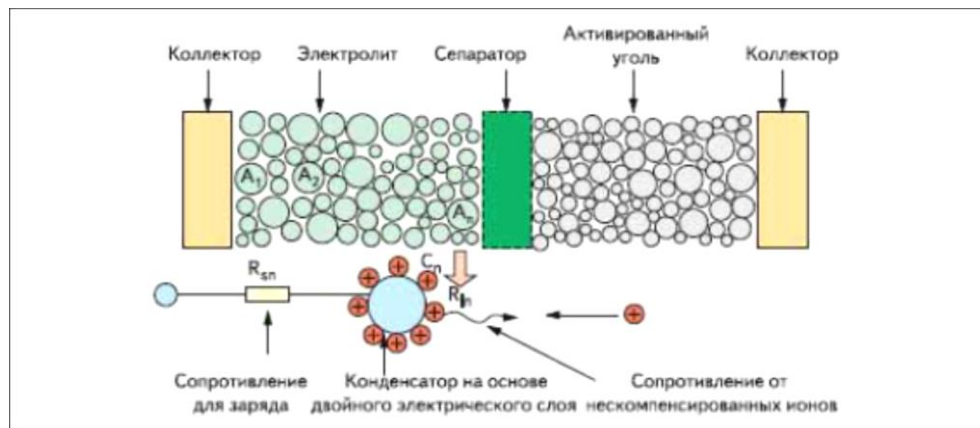


Рисунок 6 – Схема принципова ультраконденсатора [11]

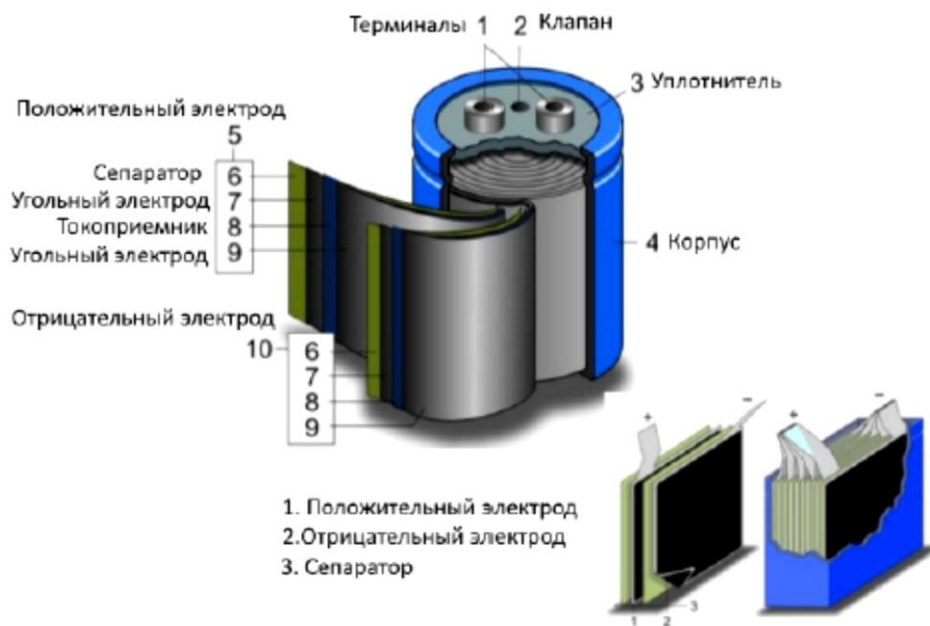


Рисунок 7 – Конструкція ультраконденсаторів [11]

Застосування ультраконденсаторів в якості накопичувачів енергії дозволяє вирішити багато завдань. Інтегрована в систему запуску і зупинки двигуна на основі акумулятора, ультраконденсатори забезпечують імпульсну потужність для повторного запуску двигуна, звільняючи акумуляторну батарею від сильного струму, повторюваних циклів, які часто скорочують термін служби акумулятора.

Ультраконденсаторная система дозволяє відокремити стартер від 12-вольтової системи, тим самим усуваючи провали напруги (зниження напруги під час використання високої потужності) і підвищуючи енергоефективність всієї системи. Можливість стабілізації напруги на основі ультраконденсатори забезпечує швидкий і плавний запуск двигуна, знижує його вібрацію і покращує комфорт водієві. Рішення для накопичення енергії за допомогою ультраконденсаторів дають виробникам автомобілів безліч можливостей для подолання обмежень сучасної акумуляторної технології. Крім того ультраконденсатори ефективно і швидко накопичують значні обсяги енергії при рекуперації – з чим не може впоратися АКБ.

2.8 Маховики

І на останнє слід зазначити, що для підвищення економічності, а відповідно і екологічності транспорту сучасні автовиробники з успіхом впроваджують давно забуті технології накопичення енергії за допомогою маховиків.

Одним з перших автомобілів (рис. 8), які використовували таку технологію, це концепт-кар Ford Gyrón (1961) [12]. Хоча варто відзначити, що автомобіль мав, так звану, велосипедну схему розташування коліс.

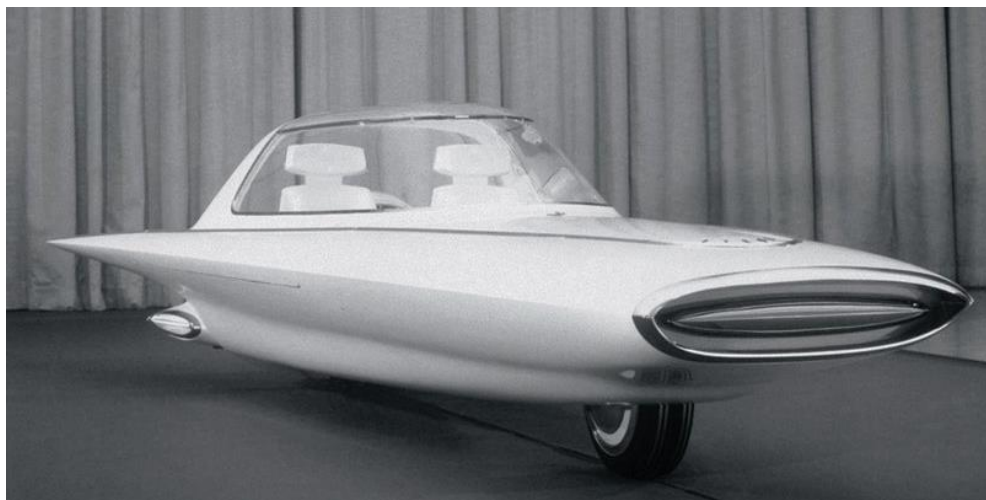


Рисунок 8 – Концепт-кар Ford Gyrón [12]

Одне- попереду, інше-позаду. Маховики створювали гіроскопічну дію на автомобіль, і наводилися в рух двигуном. Даний автомобіль був створений для

дослідницьких і маркетингових цілей без наміру запустити його у виробництво [13].

Подальші розробки технологій накопичення енергії для автомобілів за допомогою супермаховиків були досить успішні застосовані в розробках радянського вченого Н. В. Гуліа. Який отримав назву «механічний гібрид» Його передні колеса приводилися від ДВС, тоді як задні від варіатора і маховика. Створений він був на шасі УАЗ-450Д і такий досвідчений зразок виявився вдвічі економічніше, ніж його прототип [13].

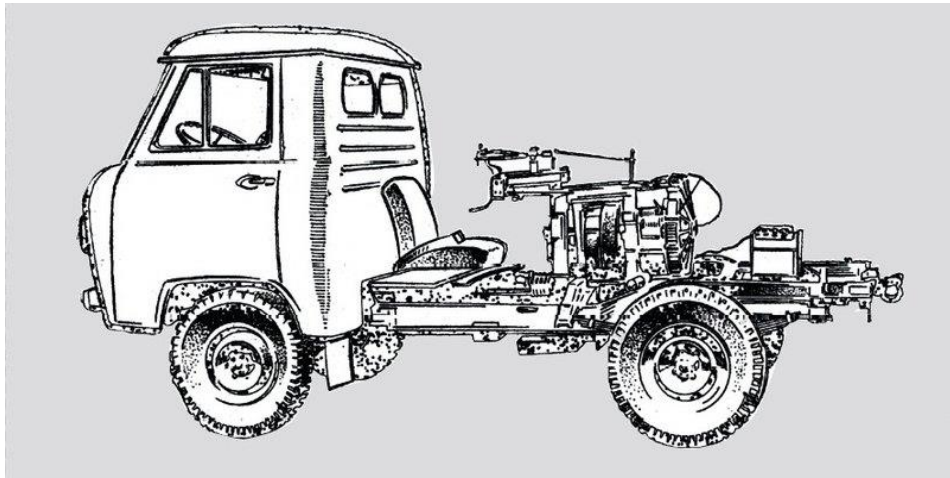


Рисунок 9 – Механічний гібрид УАЗ-450Д [13].

Маховик (махове колесо) - масивне колесо, що обертається та використовується в якості накопичувача (інерційний акумулятор) кінетичної енергії або для створення інерційного моменту.

Як накопичувач енергії для енергетичних установок автомобілів, конструкція маховиків змінювалася і допрацьовувалася. Однією з вдалих розробок, які були застосовані на автомобільному транспорті в якості накопичувача енергії був супермаховик.

Супермаховик - один з типів маховика, призначений для накопичення механічної енергії. У порівнянні зі звичайними маховиками, здатний зберігати більше кінетичної енергії. Супермаховик виглядає, як звичайний, але зовнішня його частина свита з міцної сталеві стрічки. Витки стрічки зазвичай склеєні між собою.

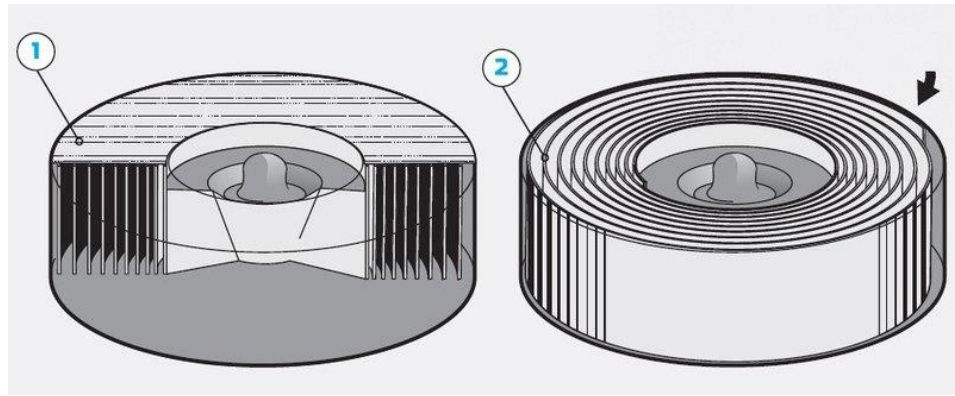


Рисунок 10 – Кострукція супермаховиків [13].

Маховики можуть накопичувати досить великі значення енергії, наприклад супермаховик, навитий з вуглеволокна, може в 20-30 разів перевершити сталевий по щільності енергії, а якщо використовувати для його виготовлення, наприклад, діамантове волокно, то накопичувач придбає фантастичну енергоємність - 15 МДж/кг. Але і це не межа: сьогодні за допомогою нанотехнологій на основі вуглецю створюються волокна фантастичною міцності. «Якщо з такого матеріалу навити супермаховик, - щільність енергії може досягти 2500-3500 МДж/кг». А значить, 150-кілограмовий супермаховик з такого матеріалу здатний забезпечити легковому автомобілю пробіг в два з гаком мільйона кілометрів з однієї прокрутки - більше, ніж може витримати шасі машини [13]. Хоча це тільки припущення і в реальності маховики не найзручніший спосіб накопичення енергії для руху автомобілів. Але варто сказати, що в сучасних гібридних автомобілях які мають як ДВЗ так і тяговий електродвигун, застосовуються різні типи маховиків в тому числі і двомасові маховики досить складної конструкції. Маховик з'єднаний з ДВЗ за класичною схемою, але має жорсткий зв'язок з тяговим електродвигуном. При роботі автомобіля на електротязі двигун розкручує маховик, для подальшого накопичення кінетичної енергії при рекуперації в значних межах.

ВИСНОВКИ

Як видно з досліджень, основним накопичувачем або джерелом енергії в автомобільному транспорті стають акумуляторні батареї. Щоб захопити частку ринку і задовільнити масштаби виробництва акумуляторних елементів, автовиробники збільшують обсяги виробництва, їх типи і номенклатуру. Проводячи дослідження впевнено можливо заявити, що виробники АКБ виводять на ринок продукцію, виходячи більш з комерційних уподобань, ніж враховуючи їх реальну ефективність та екологічність, навіть не проводячи комплексних наукових досліджень їх ефективного та економічного використання на автомобілях в експлуатаційних умовах. Таким чином, для підвищення ефективності та екологічності експлуатації автомобілів з електричним або гібридним приводом необхідно враховувати недоліки та переваги основних типів накопичувачів енергії та розробити концептуальні підходи до їх вибору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гришкевич А. И. Автомобили / А. И. Гришкевич. – Мн.: Выш. шк., 1986. – 208 с.
2. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин / Смирнов Г.А. 2-е изд., доп. И перераб. – М. : Машиностроение, 1990. – 352 с.
3. Васильев В.Г. Совершенствование методов расчета профильной походимости двухосных колесных машин.: Диссертация. ... канд. техн. наук.– Владикавказ., 2014. – 171 с.
4. Бажинов О.В. Гібридні автомобілі / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, А.В. Гнатов, А.В. Колесніков – Харків ХНАДУ, 2008 – 327с.
5. EV sales growing faster than expected. BCG analysis. [Электронный ресурс] – Режим доступа к статье <https://www.autonews.com/mobility-report/ev-sales-growing-faster-expected>
6. Федорчук Т. Сколько будут стоить аккумуляторные батареи в скором будущем. [Электронный ресурс] – Режим доступа к статье <https://www.autocentre.ua/ua/opyt/tehnologii/skolko-budut-stoit-akkumulyatory-dlya-elektromobilej-v-skorom-budushhem-406878.html>.
7. Just The Facts: Volkswagen Golf GTE. [Электронный ресурс] – Режим доступа к статье <http://insideevs.com/point-new-golf-gte/>
8. Сараева И.Ю., Стародубцов А.А. Применение современных литий-ионных аккумуляторных батарей на электромобилях// Сучасні технології. Автомобіль і електроніка. Харківський державний автотранспортний коледж.– 2018.–№13.
9. VW with modular platforms for electric trucks & buses. [Электронный ресурс] – Режим доступа к статье <https://www.electrive.com/2018/09/24/vw-presents-modular-platforms-for-electric-trucks-buses/>
10. Никель-металлогидридный аккумулятор [Электронный ресурс] – Режим доступа к статье https://ru.wikipedia.org/wiki/Никель-металлогидридный_аккумулятор

11. Description of Double Layer Capacitors. Product Guide – Maxwell Technologies BOOSTCAP Ultracapacitors. [Электронный ресурс] – Режим доступа к статье http://www.maxwell.com/images/documents/PG_boostcap_product_guide.pdf

12. Ford Gyron. [Электронный ресурс] – Режим доступа к статье https://en.wikipedia.org/wiki/Ford_Gyron

13. Корзинов Н. Диски высокой энергии: маховичный накопитель. [Электронный ресурс] – Режим доступа к статье <https://www.popmech.ru/technologies/8424-diski-vysokoy-energii-makhovichnyy-nakopitel/#part0>