



**МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ,
АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ
МОВАМИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*XVI Міжнародної науково-
практичної конференції
молодих вчених, курсантів
та студентів*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Львів – 2021

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова:

Андрій КУЗИК – проректор з науково-дослідної роботи
ЛДУБЖД, д.с-г.н., професор

Заступник голови:

Сергій СМЕЛЬЯНЕНКО – начальник відділу організаційно-дослідної діяльності ЛДУБЖД, к.т.н.

Члени оргкомітету:

Alan FLOWERS, Kingston University, London, Great Britain, PhD

Henryk POLCIK, SEW, Cracow, Poland, PhD

Rafal MATUSZKIEWICZ, MSSF, Warsaw, Poland

Юрій РУДИК, головний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, к.т.н., доцент

Юрій СТАРОДУБ, професор відділу організації науково-дослідної діяльності, д. ф.-м. н., професор

Ярослав КИРИЛІВ, старший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, к.т.н., с.н.с.

Роман ЛАВРЕЦЬКИЙ, учений секретар Університету, к.і.н., доцент

Василь КАРАБИН, начальник Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, д.т.н., доцент

Андрій ЛИН, начальник Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, к.т.н., доцент

Василь ПОПОВИЧ, начальник Навчально-наукового інституту цивільного захисту, д.т.н., доцент

Ольга МЕНЬШИКОВА, заступник начальника Навчально-наукового інституту цивільного захисту, к.ф.-м.н., доцент

Іван ПАСНАК, заступник начальника Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, к.т.н., доцент

Тетяна КОНІВЦЬКА, молодший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, к.пед.н.

**ОРГАНІЗАТОР
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,
комп'ютерна верстка
Друк на різнографі**

Климус М.В.
Петролюк Н.І.

Відповідальний за друк Фльорко М.Я.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ: ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35,
м. Львів, 79007

Контактні телефони: (032) 233-24-79,
тел/факс 233-00-88

**Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки
життєдіяльності:** Зб. наук. праць XVI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених,
курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2021. – 450 с.

Збірник сформовано за науковими матеріалами XVI Міжнародної
науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів «**Проблеми
та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності**».

Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:

- Пожежна та техногенна безпека;
- Організаційно-правові аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності;
- Організація проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж;
- Екологічні аспекти безпеки життєдіяльності;
- Інформаційні технології та управління проектами і програмами в безпеці життєдіяльності
- Промислова безпека та охорона праці;
- Природничо-наукові аспекти безпеки життєдіяльності;
- Соціальні, психолого-педагогічні аспекти та гуманітарні засади безпеки життєдіяльності;
- Цивільний безпека.

© ЛДУ БЖД, 2021

Здано в набір 04.03.2021. Підписано до друку
18.03.2021. Формат 60x84^{1/3}. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 28,13.

Гарнітура Times New Roman.
Друк на різнографі. Наклад: 100 прим.

Друк: ЛДУ БЖД
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.
ldubzh.lviv@mns.gov.ua

За точність наведених фактів, економіко-
статистичних та інших даних, а також за
використання відомостей, що не рекомен-
довані до відкритої публікації, відповіда-
льність несуть автори опублікованих мате-
ріалів. При передрукуванні матеріалів
посилання на збірник обов'язкове.

нижче 4,3 мкм, а третій – вище 4,4 мкм. Це дозволяє сповіщувачу розрізняти ІЧ випромінювання полум'я від джерел ІЧ випромінювання, які не пов'язані з пожежею.

Література

1. Північно-східний центр збереження документів, Нік Артін, вступ до виявлення пожежі, сигналізації та автоматичних пожежних спринклерів : <http://www.nedcc.org/free-resources/preservation-leaflets/3.-emergency-management/3.2-an-introduction-to-fire-detection,-alarm,-and-automatic-fire-sprinklers>.

2. Інтернет джерело : http://en.wikipedia.org/wiki/Flame_detector.

УДК 629.423.31

ТОКСИЧНІ ВИКИДИ ФТОРИСТОГО ГАЗУ ВІД ПОЖЕЖ СИЛОВИХ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Лемішко Михайло

Гаврилюк А.Ф., канд. техн. наук

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Пожежі літій-іонних акумуляторів генерують виділення теплової енергії і значну кількість газу та диму. Хоча викиди токсичних газів можуть становити більшу загрозу ніж тепла енергія, знання про такі викиди обмежені.

Літій-іонні акумулятори є технічним та комерційним успіхом, що дає змогу застосовувати низку програм від стільникових телефонів до електромобілів та великих заводів зберігання електричної енергії. Однак випадкові пожежі літій-іонних акумуляторів викликали певне занепокоєння, особливо щодо ризику самозаймання та інтенсивного виділення теплової енергії, яка генерується такими пожежами [1]. Ризики, пов'язані з викидами газу та диму від пошкоджених літій-іонних акумуляторів, за певних обставин можуть становити більшу загрозу ніж теплова дія такої пожежі. Особливо до таких умов відносять обмежений простір де присутні люди, наприклад, в літаку, електромобілі, підводному човні, шахтному шахті, космічному кораблі або в будинку, обладнаному акумуляторною системою накопичення енергії.

Незворотна тепла подія в літій-іонній батареї може бути ініційована такими способами:

- мимовільним внутрішнім або зовнішнім коротким замиканням;
- перезарядкою;
- зовнішнім нагріванням або пожежею;

– механічним пошкодженням, тощо.

Незворотній тепловий випадок, спричиняється екзотермічними реакціями в акумуляторі, що врешті-решт може призвести до пожежі та (або) вибуху [2]. Електроліт в літій-іонній батареї є горючим і, як правило, містить гексафторфосфат літію (LiPF_6) або інші Li-солі, що містять фтор. У разі перегріву електроліт випаровується і видаляється з елементів батареї. Газ, який виділяється, можуть запалюватися відразу або пізніше. Якщо газ, який виділяється, не запалюється відразу, ризик вибуху неминучий. Літій-іонні батареї виділяють різну кількість токсичних речовин, серед них: CO і CO_2 (викликає аноксію) [3]. При підвищеній температурі вміст фтору в електроліті і електродах, можуть утворювати такі газ, як:

- фтористий водень HF ;
- пентафторид фосфору (PF_5);
- фосфорилфториду (POF_3);

З'єднання, що містять фтор, також можуть бути присутніми, наприклад, антипірени в електроліті та (або) сепараторі, в добавках та в електродних матеріалах [4].

Розпаду LiPF_6 сприяє наявність води / вологості згідно з наступними реакціями [5]:



Дослідження електролітів, що піддаються дії помірних температур, $50\text{--}85\text{ }^\circ\text{C}$, показують утворення різних сполук фтору, а деякі дослідження включають, як електроліт, так і електродний матеріал.

Отже, викиди фтористого газу можуть становити серйозну токсичну загрозу. Електроліт в літій-іонній батареї є горючим і, як правило, містить гексафторфосфат літію (LiPF_6) або інші Li-солі, що містять фтор. У разі перегріву електроліт випаровується і в кінцевому підсумку видаляється з елементів батареї. Газ, що виділяються можуть запалюватися і навіть вибухати.

Література

- 1) Звіт про огляд аварії акумулятора Chevrolet Volt, Національна адміністрація безпеки дорожнього руху (NHTSA), DOT HS 811 573 (2012).
- 2) Doughty, D. & Roth, EP Загальне обговорення безпеки іонних акумуляторів Li. Електрохім. Соц. Інтерфейс, літо 2012, 37–44 (2012).
- 3) Ларссон, Ф. та Мелландер, Б.-Е. Зловживання зовнішнім нагріванням, перезарядом та коротким замиканням комерційних літій-іонних

елементів живлення. J. з The Electrochem. Соц. 161 (10), A1611 – A1617 (2014).

4) Ян Х., Чжуан Г.В. і Росс молодший, П. Термічна стабільність LiPF_6 солі і літій-іонних батарей електролітів, що містять LiPF_6 . J. of Джерела енергії 161, 573–579 (2006).

5) Kawamura, T., Okada, S. & Yamaki, J.-і Реакція розкладання електролітів на основі LiPF_6 для іонних клітин літію. J. Джерел енергії 156, 547–554 (2006).

УДК 614.844

РОЗМІЩЕННЯ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ ПОЛУМ'Я

Лемішко Михайло

Кушнір А.П., канд. техн. наук., доцент

Львівський державний університету безпеки життєдіяльності

Площа, яка контролюється пожежний сповіщувач (ПС) полум'я в значній мірі залежить від місця кріплення. Роблячи проєкцію, слід уявляти, яку площу контролює ПС полум'я.

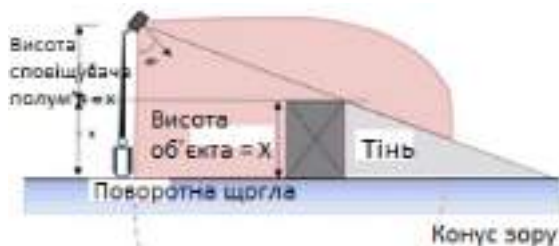


Рисунок 1 – Діапазон виявлення

Емпіричне правило полягає в тому, що висота кріплення ПС полум'я повинна в двічі перевищує найвищий об'єкт у полі його зору. Також слід враховувати необхідність проведення технічного обслуговування та/або ремонту сповіщувача. Захист на верхній частині ПС полум'я повинен запобігати швидкому забрудненню при зовнішніх впливах. Також слід враховувати ефект тіні. Ефект тіні можна звести до мінімуму, встановивши другий ПС полум'я на протилежній стороні. Крім того, перевагою такого підходу є те, що другий сповіщувач контролює контрольовану площу, коли перший не працює або засліплений. Загалом, при монтажі декількох ПС полум'я слід враховувати, що вони повинні кріпитися один на проти іншого. вико-

нуючи цю особливість, можна уникнути сліпих зон (спричинених тінювим ефектом) і досягти кращого ефекту, ніж якщо вони будуть контролювати територію із одного центрального положення.

Закон квадрата. Якщо відстань між полум'ям і ПС полум'я велика порівняно з розмірами пожежі, тоді застосовується закон квадрата. Закон: якщо ПС полум'я може виявити пожежу площею A на певній відстані, тоді площа полум'я в 4 рази більша, а відстань між ПС полум'я та вогнем подвоюється:

Подвійна відстань = площа полум'я в чотири рази більша

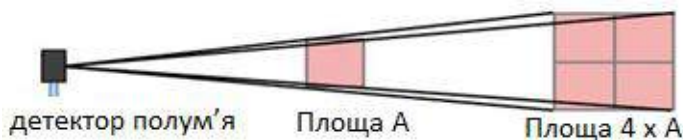


Рисунок 2 – Закон квадрата

Цей закон однаково діє для всіх оптичних ПС полум'я. Максимальна чутливість може бути визначена шляхом ділення максимальної площі полум'я A на квадрат відстані між вогнем та сповіщувачем: $c = A/d^2$. Знаючи константу c можна для одного і того ж ПС полум'я, та одного і того ж типу пожежі, розрахувати максимальну відстань або мінімальну площу пожежі: $d = \sqrt{A/c}$ та $A = cd^2$.

Слід відмітити, що на дуже великих відстанях корінь квадратний вже не впливає. На великих відстанях значну роль відіграють інші параметри. Такі як: поява водяної пари та холодного CO_2 у повітрі. З іншого боку, у випадку дуже малого полум'я, зменшене мерехтіння полум'я впливає все більше.

Більш точне співвідношення – коли відстань між полум'ям і ПС полум'я невелика, то між густиною випромінювання E на сповіщувачі та відстанню D між сповіщувачем та полум'ям, ефективним радіусом R , густиною енергії M , що випромінюється є залежність

$$E = \frac{2\pi M R^2}{(R^2 + D^2)}$$

Коли $R \ll D$, тоді залежність зводиться до зворотного, закону квадрата.

$$E = \frac{2\pi M R^2}{D^2}$$

Література

1. Північно-східний центр збереження документів, Нік Артїм, вступ до виявлення пожежі, сигналізації та автоматичного пожежогасіння <http://www.nedcc.org/free-resources/preservation-leaflets/3.-emergency-management/3.2-an-introduction-to-fire-detection,-alarm,-and-automatic-fire-sprinklers>.

2. Інтернет джерело .: http://en.wikipedia.org/wiki/Flame_detector.

УДК 629.3

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРИЧНИХ І ГІБРИДНИХ АВТОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ

Лесюк Діана

Гаврилюк А.Ф., канд. техн. наук

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Аналіз сучасних світових тенденцій на автотранспортному ринку свідчить про зростання споживчих прихильностей до електрокарів і швидку відповідну реакцію світових автовиробників. За прогнозами, наведеними Bloomberg New Energy Finance, очікується що у 2040 році більше половини (54%) світових продажів автомобілів припадатиме саме на електромобілі, а вже у 2030 році 80% вироблених автомобілів матимуть електродвигун (включно з гібридами) [3].

За підсумками 2020 року електромобільний ринок України налічує вже понад 55 тис. автомобілів з електричним приводом. Дані показники зафіксовані станом на 1 січня 2021 де понад 29 тис. гібридів (PHEV+HEV). Таким чином, в новий рік Україна увійшла з великою кількістю гібридних автомобілів на ринку: 53% проти 47%.

Модельний ряд гібридів і електрокарів не змінив своїх лідерів. Nissan Leaf раніше однозначний лідер за кількістю зареєстрованих в Україні електрокарів, хоч і помітно втратив позиції за минулий рік. Серед гібридів першість утримує Toyota RAV4, яка в останні місяці тільки зміцнювала свої позиції, як і в цілому компанія Toyota, яка за кількістю гібридів на ринку України є абсолютним лідером [1].



Також найпопулярнішими електромобілями в Україні є: Tesla Model S, BMW i3, Fiat 500e, Volkswagen E-Golf, Renault Zoe, Mercedes-Benz B-Class Electric Drive, Tesla Model X, Chevrolet Bolt, Jaguar I-Pace [2].

В Україні електромобільність розвивається дуже швидкими темпами, за два роки кількість електрокарів в Україні зросла в 3 рази. Держава обрала курс електромобільності та оголосила план збільшення кількості електрокарів через 10 років до 75%.

Велику зацікавленість ринком України виявляють деякі європейські виробники. В теперішній час Міністерство інфраструктури України почало переговори з американською компанією Tesla Incorporated про відкриття провадження випуску електромобілів в Україні. У рамках підготовки до запуску офіційних продажів електромобілів в Україні компанія Renault почала встановлювати безкоштовні зарядні станції. На даний момент «електрозаправки» встановлено в трьох салонах бренду в Києві, Львові та Одесі, при цьому всі три заправки були підключені до партнерської мережі Tesla Club Ukraine, яка налічує вже 86 зарядних станцій по всій території України.

В Україні планують випускати і власні електромобілі. Інвестувати в нову галузь автомобілебудування готові Fiat, Suzuki, Volkswagen, Nissan, Hyundai і Toyota. У зв'язку з цим влада сподівається, що гучні бренди повернуть увагу українських споживачів.

Ціни на електромобілі у світі і в Україні поки що залишаються вищими за ціни на подібні за технічними характеристиками бензинові авто. Найбюджетніші моделі вартують близько 15-20 тисяч євро. Висока ціна пов'язана з дорогими комплектуючими, і в першу чергу, з акумуляторними, які працюють переважно на літій, досить коштовному металі. Експерти впевнені, що ціна поступово знижуватиметься разом із зростанням попиту на електротранспорт [4].

Отже, майбутнє електромобілів є очевидним і неминучим. У найближчі кілька років різноманітність моделей збільшиться, роблячи їзду комфортною для водія і безпечною для навколишнього середовища. Зростання продажів і вдосконалення моделей дозволять виключити існуючі недоліки електрокарів, роблячи ці машини бездоганними за експлуатаційними характеристиками, і швидкісними властивостями .

Література

1. В 2020 году количество зарегистрированных электромобилей в Украине достигло 25 853. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://hevcars.com.ua/reviews/kolichestvo-elektrokarov-i-gibridov-v-ukraine-perevalilo-za-55-000-v-2020-godu/>
2. Складено ТОП-10 найпопулярніших електромобілів в Україні з початку 2019 року. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://autogeek.com.ua/skladeno-top-10-najpopulyarnishyh-elektromobiliv-v-ukrayini-z-pochatku-2019-roku/>

3 Статистичний аналіз розвитку ринку електромобілів в Україні: проблеми, шляхи вирішення. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://su-journal.com.ua/index.php/journal/article/download/180/158>

4. Порівняльний аналіз ринку електромобілів в Україні та Європі. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/37956/1/333.pdf>.

УДК 614.842

ПРОЦЕДУРА СКЛАДАННЯ ОПЕРАТИВНИХ ПЛАНІВ ТА КАРТОК ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Лоїк Анатолій

Войтович Д.П., канд. техн. наук, доцент

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Пожежно-рятувальні підрозділи для полегшення своєї роботи в процесі виконання завдань за призначенням використовують оперативні документи: оперативні плани та картки пожежогасіння [1]. Вони зберігаються на пункті зв'язку частини. Завдання старшої посадової особи під час отримання сигналу про пожежу (в межах свого району виїзду) – відшукати даний документ в каталозі затвердженого переліку оперативних планів та карток пожежогасіння та вивезти із собою на місце виклику. Оперативний план пожежогасіння (частково картка) повинен забезпечити керівника гасіння пожежі відомостями про оперативно-тактичну характеристику об'єкта, надати можливість попереднього прогнозування стану у випадку виникнення пожежі та на основі цих даних планувати основні тактичні дії залучених пожежно-рятувальних підрозділів до процесу її ліквідації. Окрім того, оперування наявною інформацією дозволяє попередньо визначити вирішальні напрямки оперативних дій, встановити розташування найближчих джерел протипожежного водопостачання, місця відключення електроенергії, а найголовніше – місця постійного перебування людей на даному об'єкті. Усе вищеперераховане в оперативному плані (картці) має на меті скоротити час вільного розвитку пожежі та може бути корисним для керівника гасіння пожежі у випадку відповідності даного плану вимогам [1] та дотримання процедур його складання.

Вимоги до складання та використання оперативних планів та карток пожежогасіння наведені в Методичних рекомендаціях [1]. Дані рекомендації є обов'язковими до виконання усіма структурними підрозділами ДСНС України. В них дозволяється вносити зміни та доповнення відповідно до специфіки об'єкту, проте вони не повинні суперечити та знижувати вимоги

УДК 614.846.63

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ПРОТИПОЖЕЖНІЙ ТЕХНІЦІ

Яцульчак Анастасія

Гаврилюк А. Ф. канд. техн. наук

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

На сьогоднішній день, актуальним є питання переходу від традиційних джерел енергії до нових, альтернативних, які є екологічно менш небезпечні та економічно ефективні.

Для більшості екологічних машин, таких як електромобілі, головна рушійна сила – це електричний двигун. В основу роботи електродвигуна покладено принцип електромагнітної індукції – явища, пов'язаного з виникненням електрорушійної сили в замкнутому контурі при зміні магнітного потоку. З часом електродвигуни стали більш потужними, компактними та суттєво збільшили свій ККД. Коефіцієнт корисної дії сучасного електричного двигуна досягає 85-95%. Для порівняння, максимальний ККД бензинового чи дизельного двигуна (та і двигунів внутрішнього згорання в цілому) без допоміжних систем ледь досягає 45%. В електромобілях може використовуватися як електродвигун постійного, так і змінного струму. Його основним завданням є передача обертового моменту на рушій електромобіля. Основними відмінностями сучасного електричного двигуна для автомобіля від традиційного електромеханічної машини є велика потужність і компактні розміри, викликані обмеженістю доступного простору. Характеризуються сучасні електричні двигуни потужністю, максимальним обертовим моментом, напругою, струмом, а також частотою обертання [3].

Австрійська компанія Rosenbauer представила першу у світі пожежну машину з електродвигуном.



Рисунок 1 – Випробування пожежного електрокара в режимі активної роботи.

За словами представників компанії-виробника, електромобіль виїшов не тільки екологічним, але і більш компактним і маневреним у порівнянні з машинами з класичним двигуном внутрішнього згоряння. Два електричні двигуни дозволяють автомобілю не лише уникнути проблем із управлінням, але й повноцінно працювати із помпою більш ніж пів години.

Одного заряду акумуляторів вистачає приблизно на півтори години роботи, включаючи постачання енергією насосів для подачі води під високим тиском. Додатково автомобіль оснащений дизельним генератором для вироблення електричної енергії під час більш тривалих операцій. На пожежній станції є пункт для швидкої зарядки батарей [2]. Автівка акцентована на доступності загалом: кліренс регулюється між 10 і 50 сантиметрами, дозволяючи будь-кому отримати повний доступ до інвентарю. В Rosenbauer розповіли, що пожежну машину оснастили електричною трансмісією на 350 кВт і батареєю на 100 кВт, якої вистачає на дві години безперервної роботи. На автомобілі стоїть NH35 Rosenbauer насос, також є додаткові системи дозування піни [4].

Автори проєкту оцінюють повністю укомплектований і готовий до роботи автомобіль у 1,2 мільйона доларів. Це трохи дорожче, ніж традиційні вантажівки, але при цьому пожежний автомобіль з електромотором набагато дешевший в експлуатації та обслуговуванні. У компанії впевнені, що через деякий час ця первинна переплата нівелюється. Зазначається, що ще один плюс автомобіля - його модульність: роль і функціонал моделі можуть бути легко змінені при необхідності. Задню частину, наприклад, можна переобладнати на міні-версію кабіни "швидкої допомоги", де рятувальники зможуть надати первинну медичну допомогу та дочекатися бригаду медиків [1]. Цей новенький пожежний автомобіль, оснащений електричним двигуном, буде найближчим часом – до лютого 2022 року - проходити випробування в Берліні. Як повідомляє агентство dra, найближчим часом випробування таких же машин почнуться в Амстердамі і Дубаї [2].

Література

1. Австрійська компанія Rosenbauer представила першу у світі пожежну машину з електромотором. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/2842914-v-avstrii-predstavili-persij-u-sviti-pozeznij-elektrokar.html>

2. В Берліне почались испытання первого в мире пожарного электромобиля. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.dw.com/ru/v-berline-nachalis-ispytanija-pervogo-v-mire-pozharnogo-jelektromobilja/a-55090724>

3. Електричні двигуни в автомобілях. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://avtosvit.biz/elektrychni-dvyhuny-v-avtomobilyah/>

4. Сабініч А. Як виглядає пожежний електрокар за мільйон доларів? – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://tokar.ua/read/39500>.