

УДК 614.841

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ РОЗРОБЛЕННЯ ВИМОГ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

<https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.1.15-23>

Ніжник В. В., ORCID iD 0000-0003-3370-9027
Сізіков О. О., ORCID iD 0000-0002-7861-3144
Фещук Ю. Л. ORCID iD 0000-0003-4328-8473
Балло Я. В., ORCID iD 0000-0002-9044-1293
Жихарев О. П., ORCID iD 0000-0003-4323-1880
Циганков А. О.* ORCID iD 0000-0003-1971-9640
*E-mail: 0502879336@ukr.net

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

*Надійшла до редакції: 12.04.2022
Пройшла рецензування: 27.04.2022*

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

система зарядки електромобілів;
зарядні станції; протипожежний
захист; планування машиномісць;
електромобіль; вимоги до
проектування

АНОТАЦІЯ

Наведено аналіз даних щодо питань нормативно-правового забезпечення пожежної безпеки під час влаштування зарядних станцій для електромобілів як на відкритих автостоянках, так і в гаражах (паркінгах). Розглянуто проблемні питання чинних нормативно-правових актів в Україні та виявлено недоліки у сучасних вимогах до комплексу протипожежного захисту як складової інфраструктури зарядних станцій для електромобілів. Проведено аналітичні дослідження причин та наслідків пожеж, які відбувалися на зарядних станціях та в електромобілях під час їх заряджання. Виявлено необхідність обґрунтування вимог до планування машино-місць із системою зарядки для електромобілів. Окреслено проблему планування машино-місць із системою зарядки для електромобілів на території відкритих автостоянок, закритих паркінгів, а також місць, які розташовані на території автозаправних станцій. Наведено приклад можливості застосування програмного комплексу Fire Dynamics Simulator для комп'ютерного моделювання сценаріїв поширення небезпечних чинників пожежі та їх негативного впливу на суміжні об'єкти інфраструктури. Опрацьовано питання облаштування місць зарядки електромобілів окремими типами систем протипожежного захисту та визначення необхідних первинних засобів пожегасіння для забезпечення пожежної безпеки об'єкта захисту. Наголошено на удосконаленні методів гасіння електромобілів, станцій для заряджання електромобілів та запобігання їх повторному займанню. Наведено аналіз причин потенційних загроз під час гасіння електромобілів для пожежно-рятувальних підрозділів. Визначено перелік нормативно-правових актів, які потребують удосконалення, а також обґрунтовано необхідність розроблення національного стандарту, в якому буде встановлено основні вимоги пожежної безпеки машино-місць для заряджання електромобілів під час їх проектування.

Постановка проблеми. За інформацією Мінрегіону, в 2021 році в Україні зарядна мережа електромобілів складала 3 244 одиниці (в тому числі 7 661 терміналів), водночас швидкісних

терміналів на зарядних станціях для електромобілів – 1 835 одиниць (потужність понад 22 КВт), а всіх інших (звичайних) – 5 826 (потужність до 22 КВт) [1].

Згідно з аналізом даних МВС станом на 1 січня 2022 року в Україні зареєстровано 33 522 електромобілі, тобто на кожний термінал зарядної станції припадає близько чотирьох електромобілів (для порівняння: в Нідерландах також на один термінал зарядної станції припадає чотири автомобілі, а в Польщі – сім).

Таким чином, в Україні, як і в усьому світі, спостерігається стійка тенденція до суттєвого збільшення кількості електромобілів, що відповідає стратегії світового співтовариства щодо запобігання глобальному кліматичному потеплінню.

Відповідно до [2] Кабінету Міністрів України доручено забезпечити ухвалення нормативно-правових актів, необхідних для реалізації положень цього Закону. На сьогодні в нормативних документах [3–4] частково передбачено окремі заходи щодо проектування зарядних станцій для електромобілів, але в них не містяться важливі вимоги протипожежного захисту щодо:

- планування машино-місць, обладнаних системами зарядки електромобілів на автостоянках, гаражах (паркінгах) та електрозарядних станціях;
- вимог до мінімальних протипожежних відстаней від машино-місць із системами зарядки для електромобілів до суміжних машино-місць автомобілів із двигунами внутрішнього згоряння, та машино-місць із системами зарядки до об'єктів різного функціонального призначення;
- оснащення зарядних станцій для електромобілів системами протипожежного захисту та первинними засобами пожежогасіння;
- забезпечення безпечної евакуації людей у разі пожежі з гаражів (паркінгів);
- можливостей пожежно-рятувальних підрозділів ефективно виконувати пожежно-рятувальні роботи та діяти з прийнятним рівнем безпеки.

Враховуючи положення Закону [2], а також через брак у вітчизняній нормативній базі вимог до протипожежного

захисту систем зарядки електромобілів створюються передумови щодо необхідності проведення наукових досліджень з обґрунтування та подальшого унормування комплексу протипожежного захисту як складової інфраструктури зарядних станцій для електромобілів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з аналізом статистичних даних про пожежі на зарядних станціях для електромобілів в Україні та світі, а також дослідженнями їх причин і наслідків найбільш поширеними були загоряння електромобіля внаслідок використання неоригінальних заряджаючих пристроїв та порушення технічних правил під час зарядки електромобіля. Окрім цього, траплялися випадки, коли зарядний пристрій не вимикався автоматично під час перегріву і, таким чином, було пошкоджено ізоляцію, що спричинило коротке замикання, а кабель подовжувача був змотаний в кільця, що заборонено правилами з техніки безпеки. Також відбувалося займання у просторі електромобіля, після чого пожежа швидко його охоплювала та фактично знищувала ще до прибуття пожежно-рятувальних підрозділів.

Зважаючи на дослідження причин пожеж, зокрема з'ясовано, що здебільшого електромобілі потрапляли до України уже вживаними та відповідно без належного технічного обслуговування й сервісного супроводу виробника. Крім того, певна кількість електромобілів, які експлуатуються в Україні, є відновленими після дорожньо-транспортних пригод (аварій), і їх ремонт відбувався на неофіційних технічних станціях без нагляду виробника, а відповідно зробити об'єктивний офіційний висновок про причини пожежі та відмову того чи іншого компонента конструкції електромобіля фактично неможливо [5–6].

Дослідження даних про пожежі на зарядних станціях для електромобілів за кордоном показало, що у період 2019–2021 рр. в усьому світі відбулося близько 1 500 пожеж. Їх детальний аналіз в

Європі та США проводить Національне управління безпеки дорожнього руху США (NHTSA) Міністерства транспорту США, щоб встановити, чи є літій-іонні тягові акумулятори у електричних транспортних засобах джерелом підвищеної пожежної небезпеки, чи небезпека більше походить від самих станцій зарядки. Окрім цього, NHTSA з'ясовувало, чи можуть тягові акумулятори електромобіля бути джерелом пожежі не тільки під час заряджання, а й у разі якщо транспортні засоби потрапляють в аварію, в тому числі через автомобілі, котрі з якихось причин втратили керування та в'їхали в електромобіль, що знаходиться на зарядці. Зокрема, зафіксовано не менше шести загорянь через ці причини [7].

Одна з найбільш небезпечних пожеж, яка завдала значних збитків, виникла 7 січня 2020 р. внаслідок загоряння електромобіля в багатоповерховому паркінгу, розташованому поруч із терміналом аеропорту норвезького міста Стравангер. Було евакуйовано тисячі людей. Пожежу ліквідували протягом 47 годин із залученням 60–70 осіб з особового складу пожежних підрозділів. Через пошкодження конструкцій паркінгу та наявність токсичних газів і диму від акумуляторних батарей електромобілів був ускладнений вхід у будівлю, внаслідок чого пожежу загасили за такий тривалий час. Було знищено близько 300 автомобілів і завдано матеріальних збитків на десятки мільйонів доларів [8].

Крім того, зафіксовано випадки недотримання вимог щодо заземлення зарядних станцій та порушення правил підключення зарядних пристроїв до електромобілів, що також спричинило пожежі. Зокрема, слід зазначити про випадки щодо неможливості оперативно дистанційно вимкнути зарядну станцію під час виявлення її несправності.

На виникнення пожеж під час зарядки електромобілів також впливає навколишнє середовище, а саме: неправильне планування машино-місць для зарядки електромобілів, що в подальшому може спричинити підтоплення електромобіля чи

зарядної станції та призвести до замикання електропроводки й пошкодження електромобіля [9].

Формулювання цілей досліджень. Метою цієї роботи є формування наукового підґрунтя для визначення вимог до протипожежного захисту зарядних станцій для електромобілів під час їх проєктування.

Об'єктом досліджень є процес забезпечення протипожежного захисту зарядних станцій для електромобілів.

Предмет досліджень – вплив чинників пожежної небезпеки на протипожежний стан зарядних станцій для електромобілів.

Для досягнення поставленої мети необхідно провести аналітичні дослідження вимог, що висувуються до протипожежного захисту зарядних станцій для електромобілів у вітчизняних та закордонних нормативних документах, науково-технічній та патентній інформації, інших інформаційних джерелах. Окрім цього, слід проаналізувати набутий експлуатаційний досвід електромобілів, а також досвід облаштування інфраструктури місць для їх заряджання.

Важливим питанням є визначення вимог до машино-місць зарядки електромобілів, які розміщені на території багатопаливних автозаправних станцій, у складі яких є значна кількість технологічного обладнання, що має різний рівень небезпеки через тип та кількість небезпечних речовин, котрі знаходяться в технологічному обігу.

Серед важливих об'єктів інфраструктури, які потребують розроблення вимог пожежної безпеки під час облаштування місць заряджання електромобілів, слід відокремити будівлі закритих паркінгів як найбільш пожежонебезпечні об'єкти з погляду кількості пожежного навантаження, потенційних негативних наслідків від можливих пожеж, а також необхідності забезпечення безпечної евакуації людей з будівель.

Методи дослідження. В роботі було використано аналітичний метод

дослідження особливостей реалізації факторів пожежної небезпеки на зарядних станціях для електромобілів та вимог, що висуваються до протипожежного захисту цих станцій у вітчизняних та закордонних нормативних документах, науково-технічній та патентній літературі.

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатом досліджень Норвезького інституту пожежної безпеки, однією із причин швидкого поширення вогню та тяжких наслідків через пожежу є значне збільшення конструктивних елементів із горючих матеріалів (пластику та композитних матеріалів, гуми, поролону) в сучасних автомобілях. За оцінками дослідників, станом на 2020 рік обсяг пластику в автомобілях загалом збільшився до 350 кг порівняно з 200 кг у 2014 році, що зумовлює збільшення пожежної навантаги. Крім того, існує світова тенденція до збільшення габаритів автомобілів, що призводить до зменшення відстані між припаркованими автомобілями на стандартних машино-місцях автостоянок. Ці чинники значно впливають на ймовірність того, що пожежі будуть розвиватися швидше і з більшими матеріальними втратами [7].

Сьогодні вважається, що електроліти, які використовуються в літій-іонних тягових акумуляторних батареях електромобілів, порівняно з автомобілями, обладнаними двигуном внутрішнього згоряння, є менш небезпечними. Разом із тим слід зауважити, що значна кількість пожеж електромобілів супроводжувалася вибухами. Це зумовлено тим, що літій є активним лужним металом, який під час контакту із водою утворює луг (гідрооксид літію) з виділенням молекулярного водню, котрий у разі змішування з повітрям утворює вибухонебезпечну суміш – так званий «гримучий газ».

Серед потенційних небезпек, які можуть спричинити пожежу, слід наголосити на пошкодженні електромобіля та зарядної станції водіями під час паркування. Аналіз зарубіжного досвіду показав, що облаштування машино-місць із

системою зарядки електромобілів стаціонарним дорожнім відгородженням (колесовідбійниками) може захистити зарядну станцію від пошкоджень транспортом масою до 3,5 т, що рухається на швидкості до 10 км/год [10].

У разі визначення вимог до планування машино-місць із системою зарядки електромобілів варто враховувати необхідність вільного під'їзду до зарядної станції, зважаючи на габаритні розміри електромобіля, та забезпечення вільного підходу до порту (зарядного кабелю) зарядної станції шириною не менше 1 м. Також слід брати до уваги площу для розмітки машино-місць в кількості не менше одного машино-місця на кожний зарядний порт зарядної станції.

З огляду на випадки виникнення пожеж через вплив навколишнього середовища, а саме – пошкодження тягових акумуляторів електромобіля та обладнання зарядних станцій через підтоплення водою внаслідок дощів, планування машино-місць слід здійснювати з урахуванням ландшафту автостоянки. Під час облаштування місць заряджання електромобілів на автостоянках та електрозарядних станціях варто враховувати наявність систем водовідведення та приймачів зливостічних колодязів, які унеможливають підтоплення електромобілів. У разі розташування на автостоянках машино-місця для зарядки електромобілів на схилі слід передбачати нагірні канали для відведення дощових і талих вод.

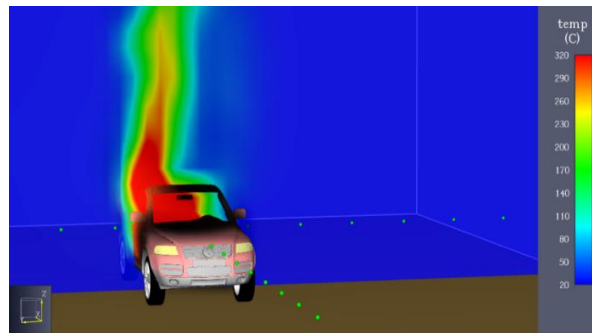
Важливим питанням протипожежного захисту інфраструктури зарядних станцій для електромобілів є обґрунтування протипожежної відстані між машино-місцем для зарядки електромобіля та суміжними машино-місцями для стоянки електромобілів або автомобілів з двигуном внутрішнього згоряння. Вирішення цього завдання можливе із застосуванням сучасних програмних комплексів, зокрема таких як Fire Dynamics Simulator (FDS) для комп'ютерного моделювання можливості поширення вогню, значення теплового потоку та його можливого впливу на

суміжні об'єкти. На рис. 1 наведено фрагмент FDS моделі електромобіля, що буде використовуватись під час дослідження температурних впливів для

різних сценаріїв пожежі електромобілів та небезпечних чинників, які вона може спричинити.



а)



б)

Рисунок 1 – Фрагмент моделювання температурного впливу від пожежі електромобіля із використанням комп'ютерного FDS моделювання, де

а) – загальний вигляд електромобіля у створеній моделі; б) – фрагмент моделювання теплового впливу під час пожежі електромобіля

Джерело: розроблено авторами

Під час створення зазначеної вище комп'ютерної моделі електромобіля слід не тільки провести обґрунтування пожежного навантаження компонентів, які входять до складу конструкції електромобілів, а й дослідити конструкцію тягових акумуляторних батарей, як найбільш небезпечний елемент електромобіля.

Блок літєвих батарей складається з різних електрохімічних матеріалів, зокрема таких як катод, сепаратор і електроліт. Кожен із них має важливе значення для властивостей тягових батарей електромобілів щодо питомої енергії, терміну служби, безпеки та вартості. Тип матеріалу катода часто використовується для класифікації літій-іонних акумуляторів за групами через те, що їх хімічний склад є однією з основних змінних у конструкції батарей.

Оксид літій-кобальту (LCO) поширений у значній кількості звичайних побутових пристроїв, зокрема смартфонах. Він забезпечує відносно високу потужність і напругу порівняно з іншими катодними матеріалами і є досить простим у виготовленні. Водночас виникають значні проблеми щодо пожежної безпеки, зокрема в разі експлуатації літій-іонних акумуляторів за високої температури або випадкової перезарядки. Крім цього, вони мають низьку термостабільність. Таким чином, на сьогодні виробники обирають більш безпечні катодні матеріали, такі як літій-залізофосфат (LFP), літій-нікель, оксид марганцю і кобальту (NMC), літій-оксид марганцю (LMO) або суміші різних катодних матеріалів. На рис. 2 наведено принципову схему конструкції літій-іонних акумуляторів.

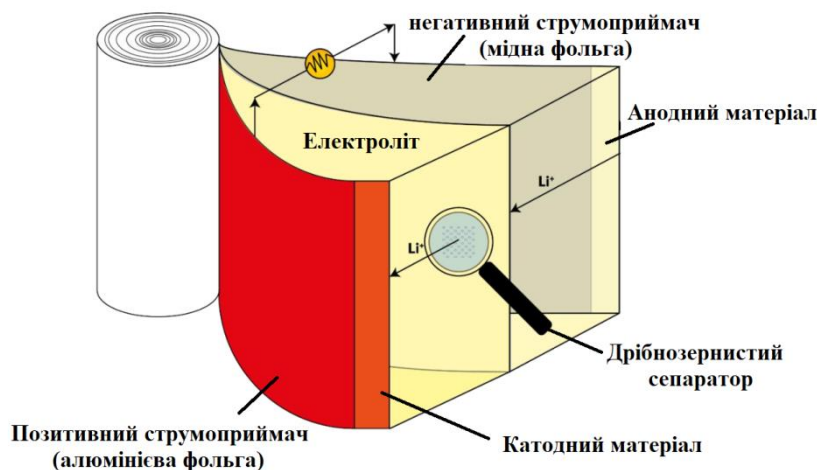


Рисунок 2 – Принципова схема конструкції літій-іонних акумуляторів

Джерело: розроблено авторами

Характеристики катодних матеріалів можуть бути параметрично змінені у разі їх змішування, через що їх називають гібридними або змішаними катодними матеріалами. Нині оксид алюмінію (NCA) у парі з графітовими анодами є найбільш

поширеними катодними матеріалами. В табл. 1 наведено властивості літій-іонних тягових акумуляторів електромобілів залежно від типів катодних матеріалів згідно з [11].

Таблиця 1 – Порівняльні властивості типів літій-іонних тягових акумуляторів для електромобілів

Позначення	Ємність акумулятора, А·год /кг	Напруга у разі 50% заряду, В	Надійність батареї	Пожежна безпека	Відносна вартість виробництва
LFP	160	3,4	висока	висока	середня
LMO	100-120	4	низька	середня	низька
LCO	155	3,9	середня	низька	середня
NCA	180	3,7	середня	низька	висока
NMC	160	3,8	висока	середня	висока

Джерело: розроблено авторами

Важливо розуміти, що значне пожежне навантаження є не єдиним небезпечним чинником тягових акумуляторних батарей електромобілів, зокрема можливість виділення ними внаслідок горіння небезпечних токсичних речовин у навколишнє середовище створює небезпечні передумови для евакуації людей, а також роботи пожежно-рятувальних підрозділів, які залучаються до гасіння пожеж.

Актуальним питанням пожежної безпеки тягових акумуляторів електромобілів є можливість їх вибуху під час гасіння пожежі електромобіля, що зумовлює необхідність врахування цього

керівником гасіння пожеж для забезпечення безпеки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів, які можуть бути травмовані під час вибуху батареї, що вже відбувалося.

Під час планування машино-місць із системою зарядки електромобілів (СЗЕ) в закритих гаражах (паркінгах) також слід обґрунтувати вимоги, які унеможливають перешкоджання потоку людей, котрі евакуюються під час можливої пожежі до шляхів евакуації. Тобто такі машино-місця не мають перешкоджати руху людей по тротуарах, доріжках, проходах тощо. Під час проектування машино-місць із СЗЕ в гаражах (паркінгах) вони повинні

розташовуватись поруч з одним із виїздів / в'їздів з протипожежних відсіків для можливості забезпечення оперативного доступу до них пожежно-рятувальних підрозділів.

Серед пріоритетних питань нормування залишаються вимоги до конструкцій, на яких встановлюються зарядні станції для електромобілів. Аналіз зарубіжних нормативних документів та технічних звітів показав, що дозволяється встановлювати зарядні станції (далі – ЗС) на поверхні зовнішніх суцільних стін окремих типів будинків без прорізів та споруд, облицювання яких виконано з негорючих матеріалів. Також слід розглянути питання можливості влаштування ЗС для електромобілів на зовнішніх стінах будинків, облицювання яких виконано з матеріалів групи горючості Г1 згідно з вітчизняною класифікацією [10], за умови виділення місця встановлення протипожежного поясу з негорючих матеріалів по периметру щодо ЗС, який унеможливить поширення пожежі зовнішніми фасадними конструкціями.

Важливим питанням облаштування машино-місць зарядки електромобілів є обґрунтування типів і кількості систем протипожежного захисту та первинних засобів пожежогасіння для забезпечення пожежної безпеки. Безумовно, необхідним заходом протипожежного захисту для гаражів і паркінгів є встановлення адресних пожежних сповіщувачів, які входять до складу системи пожежної сигналізації будівлі, з передбаченням можливості автоматичного відключення електроживлення ЗС у разі спрацювання пожежного сповіщувача з урахуванням вимог [12]. Єдиним винятком відсутності адресних пожежних сповіщувачів можуть бути окремо розташовані індивідуальні бокси.

Також у закритих гаражах (паркінгах), де плануються машино-місця із ЗС, необхідно передбачати систему припливно-втяжної вентиляції згідно з вимогами [12], а також систему відеоспостереження з виведенням зображення до приміщення

чергового персоналу (охорони) для можливості здійснення оперативних дій в разі виникнення пожежі.

Актуальним питанням також є напрям наукових досліджень щодо розроблення методів та способів гасіння електромобілів в разі їх загоряння, зокрема через те, що у більш як у 30% випадків пожеж електромобілів упродовж перших 48 годин спостерігалось їх повторне займання, в тому числі, коли автомобіль уже знаходився в закритому приміщенні станції технічного обслуговування [13]. Таким чином, варто дослідити заходи, які передбачаються для запобігання повторному займанню та стабілізуванню вогнебезпечного середовища.

Також слід зазначити, що важливою складовою протипожежного захисту машино-місць із системою зарядки електромобілів є розроблення вимог і правил, які стосуються безпечної експлуатації ЗС. На сьогодні у Правилах [14] не встановлюються вимоги пожежної безпеки, яких необхідно дотримуватись під час заряджання електромобілів на зарядних станціях, що ставить під загрозу безпеку зарядки електромобілів, зокрема в громадських місцях.

Висновки та напрями подальших досліджень. Аналіз даних про пожежі на зарядних станціях для електромобілів за кордоном показав необхідність нормативного забезпечення та обґрунтування відповідних протипожежних вимог як основи створення безпечного середовища із упровадження технологій використання альтернативних транспортних засобів та відновлювальної енергетики загалом.

Встановлено, що згідно з чинною в Україні нормативною базою доцільно розробити вимоги пожежної безпеки для ЗС електромобілів, гаражів (паркінгів), автостоянок електрозарядних станцій, в тому числі суміщених з автозаправними станціями з урахуванням можливого негативного впливу від можливої пожежі на суміжні потенційно небезпечні об'єкти.

Також слід наголосити на необхідності удосконалення та розвитку способів гасіння електромобілів в разі їх загоряння, вибору найбільш ефективної вогнегасної речовини. Нині гасіння електромобілів та зарядних станцій ускладнено необхідністю застосування спеціальних засобів пожежогасіння, які призначені для гасіння електрообладнання, а також неможливістю застосовувати звичайну воду.

Перспективним напрямом наукових досліджень є подальше удосконалення Правил пожежної безпеки в Україні та внесення відповідних змін, які забезпечать безпечні умови експлуатації систем зарядки електромобілів та зменшать ризик як для людей, які користуються електромобілями,

так і для пожежно-рятувальних підрозділів, які зможуть ефективно виконувати пожежно-рятувальні роботи та діяти з прийнятним рівнем безпеки.

З огляду на стрімкий розвиток «зеленої» транспортної інфраструктури та через брак на сьогодні вимог щодо облаштування машино-місць, обладнаних системами зарядки електромобілів, необхідно комплексно підійти до реалізації цього завдання, починаючи від термінологічного врегулювання понять та закінчуючи розробленням комплексу об'ємно-планувальних і конструктивних заходів під час проєктування таких машино-місць, що забезпечить реалізацію положень Закону [2] щодо створення доступу до інфраструктури зарядних станцій для електромобілів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Китіна М. В Україні вперше порахували кількість зарядних станцій для електромобілів : чотири машини на одну заправку *Autogeeek*. 2021. URL : <https://autogeeek.com.ua/zaryadni-stancii/> (дата звернення : 24.04.2022).
2. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо створення доступу до інфраструктури зарядних станцій для електромобілів : Закон України від 11.07.2019 р. № 2754-VII. *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. 2019. № 32. Ст. 125.
3. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-04-26]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 185 с.
4. ДБН В.2.3-15:2007 Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. [Чинний від 2017-02-07]. Київ : Гіпроцивільпромбуд, 2007. 52 с.
5. Рудинець М. В., Скалига М. М. До питань забезпечення безпеки зарядних станцій електромобілів в Україні. *Цивільна безпека як чинник розвитку виробничої та невиробничої сфер суспільства* : матер. всеукраїнської наук.-практ. конф., м. Луцьк., 20–21 квіт. 2018 р. Луцьк : РВВ Луцького НТБ, 2018. 129 с.
6. Електромобільний шлях України. Ч. 2. Дослідження інфраструктури зарядних станцій компанією Renault в Україні. URL : <https://www.renault.ua/discover-renault/renault-inukraine/news/electrocars-way-of-ukraine-2.html/> (дата звернення : 24.04.2022).
7. Emergency Response to Incidents Involving Electric Vehicle Battery Hazards : Full-Scale Testing Results, International Symposium on Fire Investigation Science and Technology / за ред. Long, R. T. Jr., Blum, A. F. USA : *International Symposium on Fire Investigation*. 2020. 87 с.
8. Investigation of massive fire in a multi-storey car park in Norway. *Fire spread and contribution from electrical vehicles*. 2020. Вип. 1. Т. 1. С. 2–24.
9. Research on the Fire Hazards of Cells in Electric Car Batteries / O. Lazarenko, V. Loik, B. Shtain, D. Riegert. *Bezpieczeństwo i technika pożarnicza*. 2018. Vol. 52. Issue 44. P. 58–67.
10. BS 7671 : 2018 + A1: 2020: Requirements for electrical installations. IET Wiring Regulations, British Standards Institution.
11. Safety & transport fire research. Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles / Roeland Bisschop, Ola Willstrand, Francine Amon, Max Rosengren. RISE Research Institutes of Sweden, 2020. P. 107.
12. ДБН В.2.5-56:2014 . Системи протипожежного захисту. [Чинний від 2015-07-01]. Вид. Офіц. Київ : Мінрегіон України, 2015. 127 с.
13. Long, R.T. Jr., Blum, A.F., Emergency Response to Incidents Involving Electric Vehicle Battery Hazards. *Full-Scale Testing Results* : International Symposium on Fire Investigation Science and Technology, USA, 2014.
14. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні : наказ МВС України від 30.12.2014 р. № 1417. Київ : МВС України, 2014. 24 с.

REFERENCES

1. Ky`tina, M. V Ukraini vpershe poraxuvaly` kil`kist` zaryadny`x stancij dlya elektromobiliv: choty`ry` mashy`ny` na odnu zapravku [For the first time in Ukraine, the number of charging stations for electric vehicles was counted : four cars per gas station], *Autogeeek*. 2021. Resource access mode : <https://autogeeek.com.ua/zaryadni-stancii/>. [in Ukrainian].
2. Zakon Ukrayiny` vid 11.07.2019 r. № 2754-VIII «Pro vnesennya zmin do deyaky`x zakonodavchy`x aktiv Ukrayiny` shhodo stvorennya dostupu do infrastruktury` zaryadny`x stancij dlya elektromobiliv» [On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine Concerning the Creation of Access to the Infrastructure of Charging Stations for Electric Vehicles], *Vidomosti Verkhovnoyi Rady`*, 2019, № 32, st. 125. [in Ukrainian].

3. DBN B.2.2-12:2019 [Planning and development of territories], *Nakaz Minregionu Ukrayiny` vid 26.04.2019 № 104. Ky`yiv : Ukrayins`ky`j derzhavny`j naukovy`j insty`tut proektuvannya mist «Dipromisto» imeni Yu.M. Bilokonya*, 2019. 185 s. [in Ukrainian].
4. DBN V.2.3-15:2007 [Transport facilities. Parking lots and garages for cars], *Nakaz Minregionu vid 07.02.2007 № 44 «Pro zatverdzhennya derzhavny`x budivel`ny`x norm»*. Ky`yiv : *Zakry`te akcionerne tovary`stvo insty`tut «Giprocy`vil`Prombud»*, 2007. 52 s. [in Ukrainian].
5. Rudy`necz M., Skaly`ga M. [On ensuring the safety of charging stations for electric vehicles in Ukraine], *Lucz`ky`j nacional`ny`j tekhnichny`j universy`tet, m. Lucz`k*. [in Ukrainian].
6. Elektromobil`ny`j shlyax Ukrayiny`. Chasty`na 2 [Research of charging station infrastructure by Renault in Ukraine], *Elektrony`j resurs* : <https://www.renault.ua/discover-renault/renault-inukraine/news/electrocar-way-of-ukraine-2.html>. [in Ukrainian].
7. Emergency Response to Incidents Involving Electric Vehicle Battery Hazards: Full-Scale Testing Results, International Symposium on Fire Investigation Science and Technology za red. Long, R.T. Jr., Blum, A.F. USA : *International Symposium on Fire Investigation*, 2020. 87 c. [in English].
8. Investigation of massive fire in a multi-storey car park in Norway // *Fire spread and contribution from electrical vehicles*. 2020., вип. 1. Т. 1. С. 2–24. [in Norway].
9. Research on the Fire Hazards of Cells in Electric Car Batteries / O. Lazarenko, V. Loik, B. Shtain, D. Riegert // *Bezpieczeństwo i technika pożarnicza*. 2018. Vol. 52. Issue 44. Pp. 58–67. [in Ukrainian].
10. BS 7671: 2018 + A1: 2020 : Requirements for electrical installations. *IET Wiring Regulations, British Standards Institution*. [in Ukrainian].
11. Safety & transport fire research. Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles / Roeland Bisschop, Ola Willstrand, Francine Amon, Max Rosengren. *RISE Research Institutes of Sweden*, 2020. Pp.107. [in Sweden].
12. DBN V.2.5-56:2014. [Fire protection systems], *Nakaz Minregionu Ukrayiny` vid 13.11.2014 № 312, 62 st.* [in Ukrainian].
13. Long, R.T. Jr., Blum, A.F., Emergency Response to Incidents Involving Electric Vehicle Battery Hazards : Full-Scale Testing Results, International Symposium on Fire Investigation Science and Technology, 2014, 12 [in English].
14. Nakaz Ministerstva vnutrishnix sprav Ukrayiny`, [About the statement of Rules of fire safety in Ukraine] vid 30.12.2014 № 1417, 2014. 24 st. *Zareyestrovano v Ministerstvi yusty`ciyi Ukrayiny` 05 bereznya 2015 r. za № 252/26697* [in Ukrainian].

CURRENT ISSUES OF DEVELOPING REQUIREMENTS OF FIRE PROTECTION OF CHARGING STATIONS FOR ELECTRIC VEHICLES

V. Nizhnyk, O. Sizikov, Yu. Feshchuk, Ya. Ballo, O. Zhikharev, A. Tsyhankov

Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Ukraine

KEYWORDS: ANNOTATION

electric car
charging system;
charging stations;
fire protection;
parking space
planning; electric
car; design
requirements

The analysis of data on the issues of normative-legal provision of fire safety during the installation of charging stations for electric cars both in open parking lots and in garages (parking lots) is given. The problematic issues of the current regulations in Ukraine are considered and the shortcomings in the existing requirements to the fire protection complex as a component of the infrastructure of charging stations for electric vehicles are revealed. Analytical studies of the causes and consequences of fires that occurred at charging stations and in electric vehicles during their charging. The need to substantiate the requirements for planning parking spaces with a charging system for electric vehicles has been identified. The issue of planning parking spaces with a charging system for electric vehicles on the territory of open parking lots, closed parking lots, as well as places located on the territory of gas stations is considered. An example of the possibility of using the Fire Dynamics Simulator software for computer simulation of scenarios for the spread of fire hazards and their negative impact on related infrastructure. The issue of arrangement of electric vehicle charging points with separate types of fire protection systems and the need to determine the necessary primary means of fire extinguishing to ensure fire safety of the object of protection are considered. The issue of improving the methods of extinguishing electric vehicles, charging stations for electric vehicles and preventing their re-ignition is considered. An analysis of the causes of potential threats during the extinguishing of electric vehicles for fire and rescue units is given. The list of normative-legal acts that need improvement is determined, and also the necessity of development of the national standard which will establish the basic requirements of fire safety of parking places for charging of electric vehicles at their designing is proved.