

## РІВЕНЬ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

*Землянська О. В., ст. викл. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського);  
Чернецький Я. С., студ. (гр. ІТ-72, ФІОТ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

**Анотація.** Розглянуто питання, пов'язані з оцінкою рівня пожежної небезпеки при загорянні електромобілів. Подано інформації щодо небезпеки інтеграції акумуляторів та акумуляторних батарей у транспортних засобах. Визначено небезпеку пожеж та засоби для їх запобігання та контролю.

**Ключові слова:** електромобіль, літій-іонна батарея, пожежа, гасіння акумуляторної батареї, паливні автомобілі, пошкодження АКБ.

**Abstract.** Issues related to the assessment of the level of fire danger in case of fire of electric vehicles are considered. Information on the dangers of integrating batteries and accumulators in vehicles is provided. The danger of fire and means for their prevention and control are determined.

**Keywords:** electric car, lithium-ion battery, fire, battery extinguishing, fuel cars, battery damage.

**Вступ.** З кожним роком все більше людей відмовляються від звичайних автомобілів і обирають автомобілі, які працюють на літій-іонних батареях. Відсутність легкозаймистих рідин або газу робить їх надзвичайно безпечними, але небезпека з'являється при пошкодженні батареї.

В результаті аварії або іншої несправності, акумулятор може отримати механічні ушкодження, або перевищити допустимі межі напруги чи температури. Це в свою чергу часто призводить до займання батареї та як наслідок усього електромобіля. Під час пожежі на електричному транспортному засобі утворюється понад 100 органічних хімічних речовин, включаючи деякі неймовірно токсичні гази, такі як окис вуглецю та ціаністий водень.

**Аналіз стану питання.** Збільшення кількості електромобілів на дорогах буде призводити до більшої ймовірності ДТП з пошкодженням літій-іонних батарей. Тому люди повинні знати і бути готовими до небезпек, які можуть виникнути при горінні електромобілів.

**Мета роботи.** Визначити основні фактори та небезпеки загорання автомобілів, що використовують двигун на електричні тязі та оцінити рівень небезпеки пожежі в порівнянні з автомобілями на рідкому паливі.

**Методики, матеріали і результати досліджень.** Літій-іонні акумулятори є найкращим рішенням для зберігання енергії для сучасних електромобілів. Їх такі неперевершені властивості, як високий термін служби, висока щільність енергії та висока ефективність дуже підходять для автомобільного застосування [1].

Однак літій-іонні акумулятори мають недолік порівняно з більшістю інших технологій акумуляторів. Коротке замикання в одній чи декількох секціях батареї супроводжується виділенням тепла, а підвищення температури

може призвести до виникнення явища «теплого розгону». Загорання хімічного складу всередині батареї призведе до ланцюгової реакції і руйнівного впливу на сусідні секції акумулятора.

На відміну від бензину, який запалюється миттєво при найменшому контакті з іскрою і поширюється з блискавичною швидкістю, займання батареї зазвичай займає деякий час, необхідний для досягнення температури необхідної для займання. Це дає можливість людям покинути небезпечну зону.

У той же час подібна «плинність» пожежі може створювати і проблеми, особливо коли пошкодження АКБ не виявлено вчасно. В такому випадку, теоретично, електромобіль може спалахнути навіть коли його припарковано в гаражі.

У грудні 2019 року, за фінансування Швейцарського федерального управління доріг, відбулося випробування, під час якого було проведено три тестування пожежі електромобілів за різними сценаріями і оцінено наслідки горіння електромобілів у замкнених приміщеннях з наявністю вентиляційних систем.

Дослідження показали, що палаючий електричний автомобіль не є більш небезпечним, ніж палаючий автомобіль із звичайним приводом і, незважаючи на виділення небезпечних речовин при горінні батареї, їх концентрація залишалася в нормі [2].

Хоча ці пожежі електромобілів і представляють реальну небезпеку, на щастя вони залишаються дуже рідкісними.

Останні дані показали, що в 2019 році Лондонська пожежна команда мала справу лише з 54 пожежами електромобілів проти 1898 пожеж бензинових та дизельних автомобілів. Подібним чином в 2020 році пожежні служби зафіксували 1021 пожежу автомобілів на бензині та дизелі і лише 27 пожеж електромобілів [3]. Проте слід враховувати наступні фактори:

- кількість електромобілів, поки що, значно менша за кількість автомобілів з двигуном внутрішнього згорання;
- електромобілі порівняно недавно стали з'являтися на ринку, тому вони ще не є ідеальними і постійно удосконалюються.

Тактика гасіння електрокарів значно відрізняється від звичної пожежі автомобіля на ДВЗ. Кожен випадок пожежі аналізується як виробниками електроавтомобілів, так і пожежними командами, аби в майбутньому мінімізувати ризик загорання батареї та максимально оптимізувати процес гасіння електрокара [4].

Так, наприклад один з виробників електромобілів «Tesla» заявив, що планує зробити батарею частиною кузова. Це дозволить зменшити вірогідність пробиття акумулятора при зіткненні [5].

На даний момент пожежникам необхідно врахувати наступні фактори при гасінні автомобілів, які працюють на літій-іонних батареях:

- звичайні вогнегасники порошкового або газового типу будуть не ефективні;
- потрібно використовувати вогнегасники пінного типу;

- у разі гасіння АКБ водою необхідно мати значну її кількість (від 1040 літрів для батарей серії А 1 до 4410 літрів для батарей серії В 3, що може бути реалізовано тільки професійними пожежниками [4];
- існує ризик ураження струмом від високовольтних систем;
- при гасінні обов'язково необхідно використовувати засоби захисту органів дихання;
- гасіння АКБ може зайняти до двадцяти чотирьох годин;
- після усунення вогню і диму необхідно спостерігати за автомобілем 2-3 години, так як можливе повторне загоряння;
- іноді акумулятор неможливо загасити і його на деякий час потрібно помістити в контейнер з водою;
- вода для гасіння та охолодження, яка утворюється при боротьбі з таким вогнем – отруйна;
- часто доцільно дозволити транспортному засобу перегоріти, орієнтуючись на захист прилеглої території.

**Висновки.** Незважаючи на велику кількість повідомлень про те, що автомобілі, які працюють на літій-іонних батареях, є більш небезпечними при пожежі за їх бензинові чи дизельні аналоги, дослідження показали що це не так. Дійсно, при горінні електромобіля виділяється певна кількість небезпечних елементів, але їхня концентрація залишається безпечною.

Для безпечного використання електрокарів необхідно розробити систему автоматичного пожежогасіння літій-іонних акумуляторних батарей, а також створити більш ефективні вогнегасні засоби для гасіння акумуляторної батареї електромобілів.

Гасіння автомобілів з електричними двигунами може викликати деякі складнощі для пожежників, але постійно створюються нові методики, які дозволяють успішно боротися з горінням електромобілів. З іншої сторони ймовірність загоряння електромобіля в рази менша, а «плинність» пожежі дозволяє водію та пасажиром вибратися з автомобіля і покинути небезпечну зону.

## Література

1. N. Nitta, F. Wu, T. Lee and G. Yushin, «Li-Ion Battery Materials: Present and Future», *Materials Today*, vol. 18, pp. 252-264, 2015.
2. Інформаційний інтернет ресурс «Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA)» – URL: <https://www.empa.ch>.
3. Інформаційний інтернет ресурс. «London Fire Brigade» – URL: <https://www.london-fire.gov.uk/incidents>.
4. О. В. Лазаренко, О. Д. Синельников, І. М. Биков, А. С. Кусковець, «Пожежогасіння та проведення інших невідкладних робіт в електрокарах». URL: [https://zp.dsns.gov.ua/files/2020/e2\\_2020.pdf](https://zp.dsns.gov.ua/files/2020/e2_2020.pdf).
5. Інформаційний інтернет ресурс «2020 Annual Meeting of Stockholders and Battery Day» – URL: <https://www.tesla.com/2020shareholdermeeting>.