

**Шмерего О.Б. завідувач сектору досліджень  
електричних та фізичних параметрів обліку  
та статистики відділу вибухотехнічних досліджень  
та вибухотехнічних обліків вибухотехнічної лабораторії**

*Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України*

**АВАРІЙНІ РЕЖИМИ В ЕЛЕКТРООБЛАДНАННІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ,  
ВНАСЛІДОК ЯКИХ ВИНИКАЮТЬ ПОЖЕЖІ.**

Щороку на території України за даними ДСНС виникає понад 3 тис. пожеж на транспортних засобах, що становить близько 10 % від загальної кількості пожеж, які призводять до травмування та загибелі людей, а також до значних матеріальних збитків. Згідно цих статистичних даних близько 40% пожеж пов'язаних з неполадками та (чи) аварійними аномальними режимами роботи бортових електромереж.

Особливості пожежної небезпеки автотранспортних засобів полягають в тому, що в обмежених об'ємах зосереджені вузли та агрегати із високими робочими температурами, також сучасні транспортні засоби набагато більше, ніж ті, що випускались у минулих десятиріччях насичені різного роду електронними блоками керування різними системами і функціями, кількість яких перевищує 50.

І тут спрацьовує прогнозована ситуація, яка полягає у спробі створення комфортних умов експлуатації транспортного засобу, а в реаліях це створює фінансову проблему з ремонту або відновлення систем електрообладнання, які відмовили в роботі або вийшли з ладу, а в багатьох випадках такі процеси призводять до виникнення пожеж.

З результатів експертної практики маю повідомити, що, м'яко кажучи, непродумано надмірне насичення транспортного засобу електронним обладнанням, як маркетингова тенденція заохочення клієнтів до покупок, саме таких «досконалих» моделей призводить до значних ризиків, що є наслідком не лише виникнення пожеж таких «шедеврів», а й в багатьох випадках до загибелі людей від їх стрімкого поширення.

Насамперед, такі ситуації стосуються електромобілів, бо виникнення пожеж, що супроводжуються вибухами утвореної внаслідок аварійного процесу у тягових акумуляторних батареях пожежно-вибухової суміші складників, з яких зроблена тягова акумуляторна батарея створюють реальну небезпеку для життя та здоров'я людей, які знаходяться, як в середині салону так і поблизу автомобіля коли відбувається така подія.

Найчастіше причиною займання таких акумуляторів є:

- виникнення аварійного процесу, пов'язаного з коротким замиканням всередині електрохімічного осередку, наприклад через механічне пошкодження одиничного акумулятора або акумуляторного модуля;
- внутрішнє коротке замикання виникає через порушення технології виробництва при нерівній нарізці електродів або потрапляння металевих частинок між анодом і катодом, що призводить до пошкодження пористого сепаратора, який має надійно ізолювати катод від аноду.

Також, причиною внутрішнього короткого замикання може бути «проростання» ланцюжків металевого літію (дендрит) через сепаратор.

Такий ефект виникає, якщо іони літію не встигають вбудуватися в кристал анода при занадто швидкій зарядці або низькій температурі навколишнього середовища, а якщо ємність активного матеріалу катода перевищує ємність анода, в результаті чого на поверхні анода з'являються мікроскопічні відкладення, які поступово зростають (Рис. 1.).

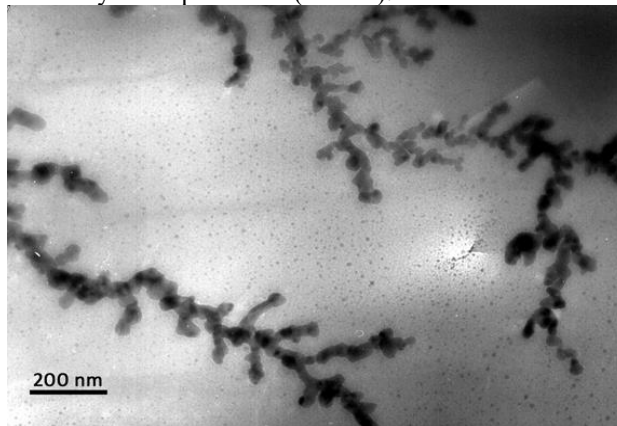


Рис. 1. Зображення ланцюжків проростання металевого літію (дендрит) через сепаратор.

Розвиток аварійного процесу полягає в наступному. Після того як відбулося коротке замикання, акумулятор починає нагріватися. Коли температура досягає 70-90 °С, іон-провідний захисний шар на аноді починає розкладатися. А далі літій, вбудований в анод, входить у реакцію з електролітом, виділяючи леткі вуглеводні: етан, метан, етилен тощо.

Такі реакції з електролітом є екзотермічним, під час їх протікання температура і тиск усередині акумулятора продовжують підвищуватися. Коли температура досягає 180-200 °С, матеріал катода, зазвичай представляє собою оксид перехідних металів з вбудованим в кристал літієм, вступає в реакцію диспропорціювання і виділяє кисень. Ось тут і відбувається займання і ще різкіший стрибок температури. Паралельно йде термічне розкладання електроліту (200-300 °С), що також виділяє тепло, внаслідок чого починається активне полум'яне горіння, що супроводжується вибуховим займанням утвореної в описаному процесі вибухової суміші, вибух якої є подібним до вибуху термобаричного боєприпасу (Рис. 2.).

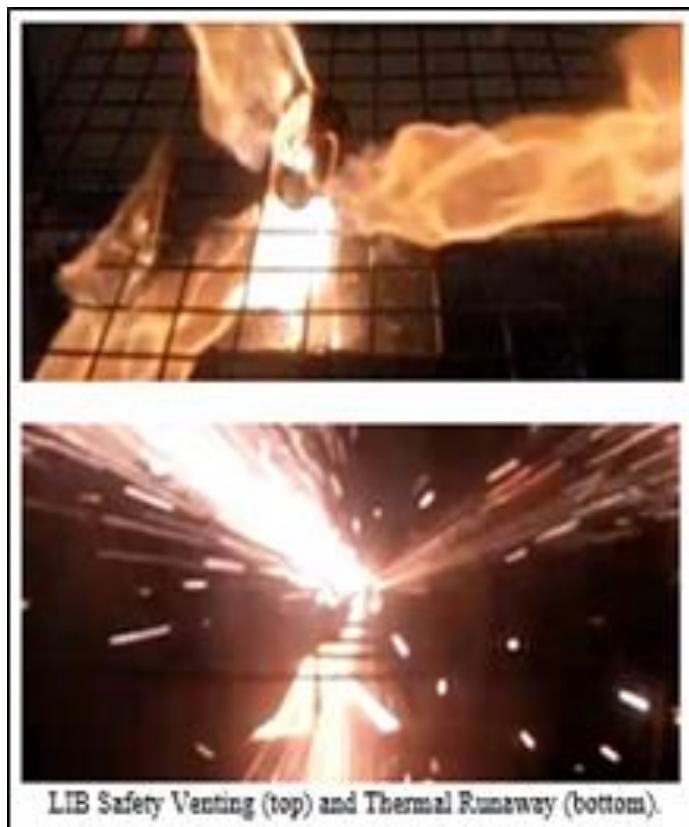


Рис. 2. Зображення розвитку аварійного процесу літій-іонного акумулятора.

На завершальному етапі розвитку аварії, в реакцію з електролітом (якщо він ще залишився) вступає графіт, який є складником літій-іонного акумулятора а коли температура досягає 660 °С, плавиться алюмінієвий струмоприймач. Вище 900°С температура зазвичай не піднімається, тому що розкладатися вже немає чому, цей етап як правило призводить до займання транспортного засобу, який загасити НЕМОЖЛИВО.

Також, найбільш поширеними пожежі в автомобілях, які оснащені двигунами внутрішнього згорання пов'язані із аварійними процесами, що виникають на ділянці електричного кола генератор-акумуляторна батарея.

Електромережа та системи транспортного засобу працюють під постійним струмом, а генератор виробляє змінний струм (генератори постійного струму не розглядаємо). Тому, потрібне перетворення виробленого генератором змінного струму у постійний струм. Для цього призначений діодний блок (випрямляч). Але саме цей пристрій створює джерело займання, енергетика якого дозволяє запалити наявне пожежне навантаження.

На діодному блоку, як правило, розташовані шість діодів (стабілітронів). Три виводи (початки обмоток) з обмоток статора з'єднуються з основними діодами (кінці обмоток з'єднуються між собою), які випрямляють напругу для зарядки акумуляторної батареї і живлення споживачів електроенергії, підключених до бортової електромережі.

Аварії, спричинені виходом з ладу діодів через електричний або тепловий пробій, як правило, є «найбільш важким», тому що супроводжується протіканням аварійних струмів великих значень у електричному колі схеми, де цей процес відбувається.

Слід також зазначити, що пробій діоду може призвести як до перетворення його з напівпровідника на звичайний провідник, так і до розірвання ланцюга електричного кола, в якому він встановлений. Останній варіант не являє небезпеки щодо виникнення пожежі, але такий варіант буває вкрай не часто.

Внаслідок пробію діодів у діодному блоці, коли електричним колом одної з обмоток статора генератора починає протікати струм короткого замикання, як правило наявний електрозапобіжник не спрацьовує, бо у такому випадку значення струму не досягає тієї величини, на яку розрахована його плавка вставка, оскільки аварія відбувається тільки в одній з трьох обмоток. Але, результатами цього процесу є нагрів місць з'єднань комунікацій цього електричного кола через порівняно більші перехідні опори у цих місцях. Наслідком цього нагріву є самозаймання ізоляції провідника поблизу вказаних місць.

Виникнення пожеж через розвиток таких аварійних явищ здебільшого супроводжується відокремленням генератора з місця, де він був закріплений через потужний температурний вплив внаслідок протікання описаного процесу (Рис. 3.).



Рис. 3. Все, що залишилось від генератора.

Нажаль в автомобілебудуванні не використовуються ефективні способи попередження таких аварій, які притаманні, як новим автомобілям, так і тим, що давно перебувають в експлуатації.