

## Sprawa pewnego... akumulatora

Gdy na kanale Discovery oglądałem program poświęcony katastrofie Hindenburga, przypomniałem sobie o sile wybuchowej wodoru, jakiej można doświadczyć, gdy nie zachowuje się odpowiedniej ostrożności podczas obchodzenia się z tym gazem. Kilka lat temu zostałem wezwany, aby zbadać przyczynę wybuchu... akumulatora. Na skutek tego wybuchu mechanik, który ładował akumulator wyjęty uprzednio z podnośnika widłowego napędzanego silnikiem Diesla, doznał poparzeń od błysku i kwasu.

## Miejsce przestępstwa

Mój klient reprezentował firmę handlową, która sprowadziła wózek podnośnikowy (w żargonie motocyklistów „metryczny” widłowy wózek podnośnikowy), jak również akumulator samochodowy, używany do uruchomienia silnika widłowego wózka podnośnikowego. Swoje dochodzenie zacząłem od przejrzenia kompletu zdjęć akumulatora po wybuchu, prostownika i ogólnego otoczenia warsztatu. Na zdjęciach było widać doszczętnie rozerwany akumulator. Wkrótce otrzymałem kopię raportu rzeczoznawcy powołanego przez powoda, w którym rzeczoznawca ten, bez zbadania akumulatora, wyraził opinię, że wybuch był następstwem wybuchu wodoru zapalonego przez łuk elektryczny, co było spowodowane niewłaściwym wewnętrznym podłączeniem akumulatora.

Mój klient miał nadzieję na szybkie rozwiązanie tej sprawy i poprosił mnie o zakończenie sprawdzania akumulatora. Chciałem się zastanowić nad wszystkimi źródłami iskry lub płomienia i poprosiłem o to, aby prostownik używany przez powoda też był dostępny do sprawdzenia. Powód twierdził, że nie palił papierosów w czasie eksplozji, tak więc w tym momencie wykluczyłem otwarty ogień jako źródło zapłonu.

## Dochodzenie

Gdyby akumulator ołowiowo-kwasowy mógł się rozładować i naładować, zachowując idealną sprawność elektrochemiczną, nie byłoby żadnej emisji wodoru lub tlenu. Byłaby tylko bezszumna konwersja płyty materiału, jednej ołowiowej i drugiej tlenku ołowiu – na siarczan ołowiu, podczas gdy elektrolit kwasu siarkowego zamieniłby się w wodę w trakcie rozładowywania. I oczywiście, byłby proces odwrotny – podczas ładowania.

O stuprocentowej sprawności, co należy traktować jako doskonałość, można tylko marzyć. Nadmierne lub szybkie ładowanie/rozładowywanie, wiek elektrody i jej stan, zbyt duża temperatura oraz inne przyczyny mogą spowodować, że z akumulatora ołowiowo-kwasowego będzie wydzielać się wodór lub tlen.

W tym przypadku nie było wątpliwości, że wewnętrzna eksplozja spowodowała rozerwanie obudowy akumulatora, rozrzucając jej fragmenty, a także kwas na powoda. Zaproponowałem sporządzenie protokołu, przyjętego przez wszystkie strony, aby przetestować akumulator i prostownik.

W miejscu przechowywania urządziłem laboratorium polowe. Użyłem układu opornika, aby rozładować przykładowy akumulator przed przeprowadzeniem testów prostownika. Wykorzystałem tym razem bliskie badanie wzrokowe (szkło powiększające itd.) oraz testy oporu wewnętrznych, międzykomorowych złączy akumulatora, który wybuchł. Nie znalazłem żadnych dowodów jakiegokolwiek rozerwania lub jakiegokolwiek miejsca, w którym końcówki o przeciwległej biegunowości mogły się zetknąć, doprowadzając w ten sposób do powstania iskry.

Podłączyłem prostownik do przykładowego akumulatora i zapisałem prąd ładowania, napięcie i temperaturę podzespołów. Nie było żadnej nieprawidłowej pracy lub iskrzenia podczas ładowania. Testy statyczne wykazały właściwe działanie diody prostownika. Powód powiedział, że wyciągnął wtyczkę prostownika 120V prądu zmiennego, oddaloną o ponad 34 cm od miejsca wybuchu akumulatora, zanim odłączył zaciski krokodylkowe od końcówek akumulatora, zmniejszając tym samym prawdopodobieństwo, że było to źródłem iskry.

Powiedział, że akumulator wybuchł, kiedy wyciągnął zaciski

Wynikało z tego, że w prostowniku znajdowała się pewna ilość nagromadzonej energii, która mogła doprowadzić do powstania iskry. Przegląd schematu prostownika i badanie wzrokowe potwierdziły, że nie było podzespołów, w których mogłaby się zgromadzić energia (kondensatory lub cewki), zdolna do wytworzenia łuku elektrycznego! Musiałem jednak przetestować prostownik, aby udowodnić to twierdzenie.

Urządziłem małą ciemnię fotograficzną wokół zacisków krokodylkowych, podłączonych do końcówek przykładowego akumulatora. Asystent odłączył sznur przyłączeniowy prostownika, a następnie ja odłączyłem każdy zacisk, sprawdzając zarówno zacisk dodatni, jak i ujemny. Wewnątrz wspomnianej małej ciemni fotograficznej znajdowała się kamera z taśmą filmową o dużej prędkości i z otwartą migawką w celu nagrania jakiegokolwiek wyładowania łukowego, ale ostatecznie nie znalazłem żadnego dowodu wyładowania.

Dowód rzeczowy

Wróciłem do swojego biura, przygotowałem i wydałem raport z opinią, konkludując, że nie było ani uszkodzonego akumulatora, ani uszkodzonego prostownika. Tym razem mój klient był zajęty zeznawaniem przed sądem oraz innymi dochodzeniami. Zgłosiło się wystarczająco dużo świadków, którzy twierdzili, że powód – palacz papierosów wypalający dziennie kilka paczek – w rzeczywistości palił papierosa w czasie wypadku. Po wyeliminowaniu prostownika i akumulatora jako źródła zapłonu (zgodnie ze zdrowym rozsądkiem inżynierskim), a także dzięki zeznaniom świadków dotyczącym palenia papierosów, sprawa powoda wygasła i zadowolili się on... małą częścią początkowego żądania.



Myron J. Boyajian, P.E., ([ntesla@ieee.org](mailto:ntesla@ieee.org)) jest prezesem Konsultantów Mechanicznych (Engineering Consultants), świadczących usługi konsultingowe na potrzeby sądowe i działań projektowych. Przypadki przedstawione tutaj pochodzą z jego archiwum