



PORADNIK MAGAZYN Y ENERGII · 8 MIN

Jak prawidłowo czytać raport UL 9540A: które wartości liczą się przy projektowaniu separacji termicznej

Raporty UL 9540A dostarczają bazy danych do projektowania separacji termicznej i ochrony przeciwpożarowej magazynów energii. Niniejszy przewodnik pokazuje, które parametry z badań na poziomie ogniwa, modułu i jednostki rzeczywiście należy uwzględnić w projekcie.

Co bada UL 9540A — a czego nie

UL 9540A nie jest certyfikatem wyrobu, lecz metodą badawczą: charakteryzuje zachowanie systemu baterijnego w warunkach niekontrolowanego wzrostu temperatury (thermal runaway). Wynikiem jest raport z danymi pomiarowymi — bez oceny „zaliczono/nie zaliczono”. Właśnie na tym polega jego wartość dla projektowania separacji termicznej: raport dostarcza wielkości wejściowych, na podstawie których można wymiarować bariery przeciwpożarowe, konstrukcje ścian i warstwy izolacyjne, zamiast opierać się na ogólnych założeniach standardowych.

Badanie ma budowę czterostopniową: poziom ogniwa, poziom modułu, poziom jednostki (rack lub szafa) oraz poziom instalacji. Każdy stopień odpowiada na inne pytania. Oceniając raport, należy najpierw sprawdzić, do którego poziomu przeprowadzono badania — i czy badana konfiguracja odpowiada faktycznie planowanemu ustawieniu. Raport modułowy sporządzony dla innej partii ogniw, innej obudowy lub innego układu ma dla konkretnej instalacji jedynie ograniczoną wartość dowodową.

Wskazówka: Uwaga na wydanie z 2025 roku — Aktualna wersja UL 9540A (wydanie 6., 2025) zaostrza przede wszystkim badanie na poziomie instalacji: zakłada wymagający scenariusz pożarowy po deflagracji i ocenia konstrukcję obudowy, odległości separacyjne oraz — przy ustawieniu wewnątrz budynku — skuteczność budynkowych instalacji gaśniczych. Starsze raporty według wydania z 2019 roku nie tracą automatycznie ważności, nie odwzorowują jednak tych scenariuszy.

Poziom ogniwa: dane o gazach jako fundament

Badanie ogniwa określa, czy i przy jakiej temperaturze ogniwo przechodzi w stan thermal runaway, kiedy otwiera się zawór bezpieczeństwa (temperatura odgazowania) oraz jaka mieszanina gazowa zostaje przy tym uwolniona. Analiza FTIR pozwala ilościowo oznaczyć między innymi wodór, tlenek węgla, dwutlenek węgla i węglowodory. Na podstawie odtworzonej mieszaniny gazowej wyznacza się następnie parametry istotne dla bezpieczeństwa technicznego.

•

Dolna i górna granica wybuchowości (LFL/UFL) — w temperaturze pokojowej oraz w temperaturze odgazowania

- Maksymalne ciśnienie wybuchu Pmax gazu odprowadzanego z ogniwa
- Laminarna prędkość spalania mieszaniny gazowej
- Objętość gazu na ogniwo lub w odniesieniu do pojemności
- Temperatura odgazowania i temperatura thermal runaway ogniwa

Dla separacji termicznej wartości te mają podwójne znaczenie: określają wymiarowanie odciążenia wybuchowego i wentylacji według NFPA 68/69 — a tym samym również obciążenia ciśnieniowe i temperaturowe, jakim w razie zdarzenia muszą sprostać ściany, wykładziny i bariery termiczne.

Poziom modułu i jednostki: dane cieplne dla bariery

Na poziomie modułu i jednostki thermal runaway wywoływany jest w sposób kontrolowany, a reakcja całego układu podlega pomiarowi. To tutaj powstają wartości, które bezpośrednio wymiarują barierę przeciwpożarową: szybkość wydzielania ciepła (Heat Release Rate) wraz z wartością szczytową i przebiegiem czasowym, całkowita uwolniona energia, szybkość wydzielania gazów oraz odpowiedź na pytanie, czy zjawisko propaguje na sąsiednie ogniwa i sąsiednie moduły.

Szczególnie cenne dla projektantów separacji termicznych są pomiary na powierzchniach docelowych: gęstość strumienia ciepłego (Heat Flux) na oprzyrządzanych segmentach ścian i sąsiednich jednostkach oraz temperatury powierzchni w zdefiniowanych punktach pomiarowych. Wartości te pokazują, jakie obciążenie cieplne rzeczywiście przyjmuje ściana działowa lub okładzina ochronna przy danej odległości — i przez jaki czas. Na tej podstawie można wyprowadzić dobór materiału izolacyjnego, grubość warstwy oraz dopuszczalną temperaturę po stronie nienagrzewanej.

Wskazówka: Liczy się przebieg, nie tylko wartości szczytowe — Krótki pik wydzielania ciepła obciąża barierę inaczej niż trwające wiele godzin przereagowanie licznych ogniw. Dla wymiarowania decyduje kombinacja wartości szczytowej, energii całkowitej i czasu trwania — pełne przebiegi czasowe zawiera załącznik do raportu.

Od raportu do projektu separacji termicznej

Raport nie zastępuje projektu ochrony przeciwpożarowej — on go zasila. W praktyce sprawdziła się uporządkowana analiza: najpierw sprawdzenie wniosków dotyczących propagacji (czy zdarzenie pozostaje ograniczone do ogniwa, modułu lub jednostki?), następnie odczytanie obciążeń cieplnych na powierzchnie sąsiednie, a na końcu przekazanie parametrów gazowych do projektu ochrony przeciwwybuchowej.

- Zachowanie propagacyjne: podstawa dla odległości separacyjnych oraz dla oceny, czy zredukowane odległości według NFPA 855 dają się uzasadnić
- Heat Flux i temperatury ścian: wielkości wejściowe dla odporności ogniowej, budowy warstwy izolacyjnej i doboru materiału bariery
- Objętość gazu, LFL, Pmax i prędkość spalania: podstawa dla powierzchni odciążających i wymiarowania wentylacji
- Zjawiska towarzyszące pożarowi: długość płomieni, wyrzut iskier i palące się cząstki wyznaczają strefy ochronne przed barierą

Jeżeli brakuje pojedynczych wartości lub badania przeprowadzono wyłącznie do poziomu ogniwa, projekt musi przyjąć założenia zachowawcze — z większymi odległościami, wyższą odpornością ogniową i solidniejszą wykładziną. Kompletny raport sięgający poziomu jednostki opłaca się zatem również ekonomicznie: pozwala na wiarygodne, często oszczędniejsze rozwiązanie zamiast ryczałtowych narzutów bezpieczeństwa.

Często zadawane pytania

Czy raport UL 9540A stanowi dowód bezpieczeństwa magazynu energii?

Nie. UL 9540A jest metodą badawczą, która dostarcza danych o zachowaniu w warunkach thermal runaway — bez rozstrzygnięcia „zaliczono/nie zaliczono”. Ocena, czy dane ustawienie jest bezpieczne, następuje dopiero na etapie projektowania, na przykład według NFPA 855 lub w ramach niemieckiego scenariusza ochrony przeciwpożarowej. Sama certyfikacja wyrobu przebiega według UL 9540.

Które wartości z raportu są najważniejsze dla separacji termicznej?

Szybkość wydzielania ciepła wraz z przebiegiem czasowym, gęstość strumienia ciepłego na powierzchni sąsiednie, zmierzone temperatury ścian oraz wnioski dotyczące propagacji. Dla ochrony przeciwwybuchowej dochodzą objętość gazu, jego skład, LFL, Pmax i prędkość spalania.

Co zrobić, gdy producent przedkłada wyłącznie raport z poziomu ogniwa lub modułu?

Brakuje wówczas obciążeń cieplnych na poziomie pomieszczenia, a separację termiczną trzeba wymiarować zachowawczo. Warto zażądać uzupełnienia o raport z poziomu jednostki — wielu producentów systemów stacjonarnych nim dysponuje, udostępnia go jednak wyłącznie na życzenie, a niekiedy pod warunkiem zachowania poufności.

Porozmawiajmy o Państwa projekcie

Odpowiedź w ciągu 24 godzin w dni robocze.

info@sbs-rs.de

+49 89 541 960 200 Czytaj online: www.sbs-rs.de/batteriespeicher/ratgeber/ul-9540a-bericht-lesen