



GHID STOCARE PE BATERII · 7 MIN

LFP, NMC și sodiu-ion din perspectiva protecției la incendiu: ce înseamnă chimia celulei pentru barieră

Temperatura de declanșare, cantitatea de gaz, degajarea de căldură: chimia celulei determină profilul de pericol al unei baterii de stocare — și, prin aceasta, dacă bariera termică trebuie dimensionată în primul rând împotriva căldurii sau împotriva gazelor.

De ce chimia celulei deplasează obiectivul de protecție

„Bateria de stocare” nu este, din perspectiva protecției la incendiu, o categorie omogenă. Faptul că o celulă funcționează pe bază de litiu-fier-fosfat (LFP), nichel-mangan-cobalt (NMC) sau sodiu-ion modifică fundamental trei mărimi: temperatura de la care începe ambalarea termică (thermal runaway), căldura eliberată în acest proces, precum și cantitatea și compoziția gazelor de venting. Pentru planificarea barierei rezultă de aici o consecință simplă, dar adesea trecută cu vederea: obiectivul de protecție dominant depinde de chimie — uneori pe primul plan se află compartimentarea termică, alteori gestionarea gazelor și protecția la explozie.

Diferența structurală stă în materialul catodului: celulele NMC folosesc un oxid stratificat care, la temperaturi ridicate, poate elibera oxigen și poate întreține incendiul din propriile resurse. Structura de tip olivină a LFP leagă în schimb ferm oxigenul — reacția decurge considerabil mai puțin violent, dar nicidecum inofensiv.

NMC: degajare mare de căldură, ambalare timpurie

Comparativ, celulele NMC intră mai devreme în ambalare termică — temperaturile de declanșare tipice se situează, în funcție de tipul de celulă și de metoda de măsurare, aproximativ în intervalul 170-210 °C — și reacționează apoi cel mai violent. Studiile comparative măsoară la NMC cele mai ridicate temperaturi ale gazelor de venting (într-un studiu recent, circa 1050 °C, față de circa 446 °C la LFP) și cea mai mare cantitate de gaz pe amper-oră. La acestea se adaugă frecvent ieșirea flăcărilor, proiecțiile de scântei și particulele de celulă, care acționează ca surse de aprindere pentru zonele învecinate.

Pentru compartimentare, aceasta înseamnă: la sistemele NMC domină sarcina termică. Pereții despărțitori și căptușelile trebuie să preia, pe termen scurt, temperaturi și densități ale fluxului termic foarte ridicate, fără ca temperatura pe fața opusă să crească până la valori critice. Materialele izolante rezistente la temperaturi înalte, cu comportament verificat peste 1000 °C, straturile de acoperire stabile mecanic împotriva impactului particulelor și straturile intermediare care inhibă propagarea între module sunt aici elementele centrale.

LFP: mai puțin incendiu, mai mult risc de deflagrație

LFP este considerat, pe bună dreptate, mai stabil termic: temperatură de declanșare mai ridicată, degajare de căldură mai redusă, incendii autoîntreținute mai rare. De aici se trage însă adesea concluzia greșită că LFP ar fi necritic din punctul de vedere al protecției la incendiu. Măsurătorile comparative arată, ce-i drept, cea mai mică cantitate de gaz raportată la capacitate (într-un studiu recent, circa 0,02 mol/Ah, față de circa 0,07 mol/Ah la NMC), însă cu cea mai mare proporție de hidrogen în gazele de venting — în aceeași cercetare, circa 41 la sută.

Observație: Paradoxul LFP — Tocmai pentru că gazele de venting LFP adesea nu se aprind imediat, ele se pot acumula neobservat în carcasă sau în încăpere. Dacă norul bogat în hidrogen întâlnește mai târziu o sursă de aprindere, apare pericolul unei deflagrații întârziată — un scenariu care, în mai multe cazuri reale de daună, a fost cauza principală a pagubei. La LFP, obiectivul de protecție se deplasează de aceea de la simpla barieră termică spre detecția gazelor, ventilație și descărcarea presiunii conform NFPA 68/69.

Pentru căptușeală, aceasta înseamnă: ea nu trebuie doar să compartimenteze căldura, ci și să sprijine gestionarea gazelor — să mențină libere căile de evacuare definite, să nu blocheze suprafețele de descărcare a presiunii și să nu creeze ea însăși surse de aprindere sau cavități pentru acumularea gazelor.

Sodiu-ion: promițător, dar nu lipsit de pericol

Celulele sodiu-ion prezintă, în primele cercetări comparative, un profil de siguranță favorabil: temperaturi de declanșare aproximativ la nivelul LFP (ordinul de mărime 220-260 °C) și temperaturi maxime ale gazelor de venting considerabil mai scăzute decât la ambele chimii cu litiu. De asemenea, posibilitatea de a descărca celulele la zero volți pentru transport și depozitare reduce riscurile pe parcursul ciclului de viață.

Cu toate acestea, și celulele sodiu-ion eliberează gaze inflamabile în caz de defect — cu proporții relevante de hidrogen, monoxid de carbon și vapori de electrolit. Baza de date este, în plus, încă îngustă: există doar puține studii independente și aproape deloc încercări la scară mare la nivel de sistem. Pentru planificare este valabil, așadar: nu reduceți global cerințele privind compartimentarea, evacuarea gazelor și descărcarea presiunii, ci solicitați date de încercare specifice proiectului (de exemplu conform UL 9540A) și fundamentați dimensionarea pe acestea.

- NMC: dimensionați bariera în primul rând împotriva temperaturilor ridicate, a fluxului termic și a particulelor
- LFP: accent pe detecția gazelor, ventilație, descărcarea presiunii și execuție fără surse de aprindere
- Sodiu-ion: profil favorabil, însă reduceți dimensionarea abia pe baza unor date de încercare solide
- Pentru toate chimii: comportamentul la propagare din rapoartele de încercare are prioritate față de indicațiile din fișa tehnică

Întrebări frecvente

Are nevoie un sistem de stocare LFP de o barieră termică?

Da. LFP reacționează mai puțin violent decât NMC, însă în caz de defect eliberează un amestec de gaze bogat în hidrogen și inflamabil, iar în caz de propagare pe multe celule poate degaja o cantitate considerabilă de căldură. Bariera rămâne necesară — completată de o gestionare consecventă a gazelor, cu detecție, ventilație și descărcare a presiunii.

Sunt sistemele de stocare sodiu-ion soluția problemei protecției la incendiu?

Ele reprezintă un progres, nu o carte blankă. Primele studii arată temperaturi de declanșare mai ridicate și reacții mai blânde decât la NMC, însă și celulele sodiu-ion eliberează prin venting gaze inflamabile. Atât timp cât încercările la scară mare la nivel de sistem sunt rare, planificarea protecției ar trebui să rămână conservatoare și să se sprijine pe date de încercare specifice proiectului.

Poate fi utilizată nemodificată la LFP o barieră concepută pentru sisteme NMC?

Termic, ea este atunci de regulă supradimensionată, dar funcțional poate fi greșită: la LFP contează mai ales ca

incinta să nu împiedice evacuarea gazelor și descărcarea presiunii și să nu creeze cavități neventilate. Dimensionarea ar trebui dedusă întotdeauna din raportul de încercare specific chimiei și sistemului.

Să discutăm despre proiectul dumneavoastră

Răspuns în 24 de ore în zilele lucrătoare.

info@sbs-rs.de

+49 89 541 960 200 Citiți online: www.sbs-rs.de/batteriespeicher/ratgeber/zellchemie-brandschutz