

ÚTMUTATÓ AKKUMULÁTOROS ENERGIATÁROLÓK · 7 PERC · 2026. AUGUSZTUS 24.

LFP, NMC és nátriumion tűzvédelmi szemmel: mit jelent a cellakémia a tűzgát szempontjából

Kezdő hőmérséklet, gázmennyiség, hőfelszabadulás: a cellakémia határozza meg egy akkumulátoros energiatároló veszélyprofilját – és ezzel azt is, hogy az elhatárolást elsősorban a hő vagy a gáz ellen kell-e méretezni.

Miért módosítja a cellakémia a védelmi célt

Tűzvédelmi szempontból az „akkumulátoros energiatároló” nem egységes kategória. Az, hogy egy cella lítium-vas-foszfát (LFP), nikkel-mangán-kobalt (NMC) vagy nátriumion alapon működik, alapvetően három jellemzőt változtat meg: azt a hőmérsékletet, amelytől a hőmegfutás megindul, az ennek során felszabaduló hőt, valamint a kiáramló gázok mennyiségét és összetételét. A tűzgát tervezésére nézve ebből egy egyszerű, de gyakran figyelmen kívül hagyott következmény adódik: a meghatározó védelmi cél a kémiától függ – egyszer a termikus elhatárolás áll előtérben, máskor a gáz- és robbanáskezelés.

A szerkezeti különbség a katódanyagban rejlik: az NMC-cellák réteges oxidot használnak, amely magas hőmérsékleten oxigént szabadíthat fel, és így a tüzet önmagából táplálhatja. Az LFP olivinszerkezete ezzel szemben szilárdan megköti az oxigént – a reakció jóval kevésbé heves, de korántsem ártalmatlan.

NMC: nagy hőfelszabadulás, korai hőmegfutás

Az NMC-cellák a többi kémiához képest korábban jutnak hőmegfutásba – a jellemző kezdő hőmérsékletek celltípustól és mérési módszertől függően nagyjából 170 és 210 °C között vannak –, és ilyenkor a leghevesebben reagálnak. Összehasonlító vizsgálatok az NMC-nél mérik a legmagasabb kiáramlógáz-hőmérsékletet (egy friss tanulmányban mintegy 1050 °C-ot, szemben az LFP mintegy 446 °C-ával) és az amperóránként legnagyobb gázmennyiséget. Ehhez gyakran lángkilépés, szikraszórás és cellarészecskék társulnak, amelyek a szomszédos területeken gyújtóforrásként hatnak.

Az elhatárolásra nézve ez azt jelenti, hogy NMC-rendszereknél a hőterhelés a meghatározó. A válaszfalaknak és béléseknek rövid ideig nagyon magas hőmérsékletet és hőáramsűrűséget kell elviselniük anélkül, hogy a hátoldali hőmérséklet kritikus mértékben emelkedne. Itt a központi építőelemek: 1000 °C felett vizsgált viselkedésű, magas hőmérsékletnek ellenálló hőszigetelő anyagok, a részecskebombázás ellen mechanikailag stabil fedőrétegek, valamint a modulok közötti, továbbterjedést gátló köztes rétegek.

LFP: kevesebb tűz, nagyobb deflagrációs kockázat

Az LFP joggal számít termikusan stabilabbnak: magasabb kezdő hőmérséklet, kisebb hőfelszabadulás, ritkábban önfenntartó tüzek. Ebből azonban gyakran azt a téves következtetést vonják le, hogy az LFP tűzvédelmi szempontból nem kritikus. Az összehasonlító mérések ugyan a kapacitásra vetítve a legkisebb gázmennyiséget mutatják (egy friss tanulmányban mintegy 0,02 mol/Ah, szemben az NMC mintegy 0,07 mol/Ah értékével), de a kiáramló gázban a legmagasabb hidrogénaránnyal – ugyanabban a vizsgálatban mintegy 41 százalékkal.

Megjegyzés: Az LFP-paradoxon — Éppen azért, mert az LFP-cellákból kiáramló gázok gyakran nem gyulladnak meg azonnal, észrevétlenül felhalmozódhatnak a házban vagy a helyiségben. Ha a hidrogénben gazdag gázfelhő később gyújtóforrással találkozik, késleltetett deflagráció fenyeget – olyan forgatókönyv, amely több valós káreseménynél a fő károk okozója volt. LFP esetén ezért a védelmi cél a puszta tűzgáttól a gázérzékelés, a szellőztetés és az NFPA 68/69 szerinti nyomásmentesítés felé tolódik.

A bélés számára ez azt jelenti, hogy nemcsak a hőt kell elhatárolnia, hanem a gázkezelést is támogatnia kell – szabadon kell hagynia a kijelölt elvezetési útvonalakat, nem takarhatja el a nyomásmentesítő felületeket, és maga sem hozhat létre gyújtóforrásokat vagy gázgyülemre alkalmas üregeket.

Nátriumion: ígéretes, de nem veszélytelen

A nátriumion-cellák az első összehasonlító vizsgálatokban kedvező biztonsági profilt mutatnak: a kezdő hőmérséklet nagyjából az LFP szintjén van (220–260 °C nagyságrendben), a kiáramló gázok maximális hőmérséklete pedig jóval alacsonyabb, mint mindkét lítiumos kémiánál. Az a lehetőség is csökkenti az életciklus kockázatait, hogy a cellák szállításhoz és tároláshoz nulla voltra süthetők ki.

Ennek ellenére a nátriumion-cellák is éghető gázokat bocsátanak ki meghibásodás esetén – jelentős hidrogén-, szén-monoxid- és elektrolitgőz-tartalommal. Az adatbázis ráadásul még szűk: egyelőre kevés független tanulmány létezik, és rendszerszintű nagyléptékű tűzvizsgálat alig. A tervezésnél ezért az a szabály, hogy az elhatárolással, a gázelvezetéssel és a nyomásmentesítéssel szembeni követelményeket ne csökkentsék általánosságban, hanem kérjenek projektspecifikus vizsgálati adatokat (például UL 9540A szerint), és azokra alapozzák a méretezést.

- NMC: a tűzgátat elsősorban magas hőmérsékletre, hőáramra és részecskékre kell méretezni
- LFP: a hangsúly a gázérzékelésen, a szellőztetésen, a nyomásmentesítésen és a gyújtóforrásmentes kivitelezésen van
- Nátriumion: kedvező profil, de a méretezést csak megbízható vizsgálati adatok alapján szabad csökkenteni
- Minden kémiánál: a vizsgálati jelentésekben rögzített továbbterjedési viselkedés elsőbbséget élvez az adatlapi értékekkel szemben

Gyakori kérdések

Szükség van egyáltalán tűzgátra egy LFP-tárolónál?

Igen. Az LFP kevésbé hevesen reagál, mint az NMC, de meghibásodás esetén hidrogénben gazdag, gyúlékony gázkeveréket bocsát ki, és ha a folyamat sok cellára átterjed, jelentős hőt is felszabadíthat. A tűzgát tehát továbbra is szükséges – következetes gázkezeléssel kiegészítve, érzékeléssel, szellőztetéssel és nyomásmentesítéssel.

A nátriumion-tárolók megoldják a tűzvédelmi problémát?

Előrelépést jelentenek, de nem adnak felmentést. Az első tanulmányok magasabb kezdő hőmérsékletet és enyhébb reakciókat mutatnak, mint az NMC esetében, ám a nátriumion-cellákból is éghető gázok áramlanak ki. Amíg rendszerszintű nagyléptékű tűzvizsgálatok ritkák, a védelmi tervezésnek konzervatívnak kell maradnia, és projektspecifikus vizsgálati adatokra kell támaszkodnia.

Alkalmazható-e egy NMC-rendszerekhez tervezett tűzgát változtatás nélkül LFP esetén?

Termikusan ilyenkor többnyire túlméretezett, funkcionálisan viszont adott esetben hibás: LFP-nél mindenekelőtt az számít, hogy a burkolat ne akadályozza a gázelvezetést és a nyomásmentesítést, és ne hozzon létre szellőzetlen üregeket. A méretezést mindig a kémia- és rendszerspecifikus vizsgálati jelentésből kell levezetni.

Beszéljünk az Ön projektjéről

Munkanapokon 24 órán belül visszajelzünk.

info@sbs-rs.de

+49 89 541 960 200

Online olvasható: www.sbs-rs.de/batteriespeicher/ratgeber/zellchemie-brandschutz