



RÁDCE BATERIOVÁ ÚLOŽIŠTĚ · 7 MIN

LFP, NMC a sodíko-iontové články z pohledu požární ochrany: co znamená chemie článku pro bariéru

Onset teplota, množství plynu, uvolňování tepla: chemie článku určuje rizikový obraz bateriového úložiště — a tím i to, zda musí být tepelná bariéra navržena primárně proti teple, nebo proti plynu.

Proč chemie článku posouvá cíl ochrany

„Bateriové úložiště“ není z pohledu požární ochrany homogenní kategorií. Zda článek pracuje na bázi lithium-železo-fosfátu (LFP), nikl-mangan-kobaltu (NMC), nebo sodíkových iontů, mění zásadně tři veličiny: teplotu, od níž nastupuje tepelný lavinový jev (thermal runaway), teplo přitom uvolněné a množství i složení ventilovaných plynů. Pro návrh bariéry z toho plyne jednoduchý, avšak často přehlížený důsledek: dominantní cíl ochrany závisí na chemii — jednou stojí v popředí tepelné oddělení, jindy řízení plynů a protivýbuchová ochrana.

Strukturní rozdíl spočívá v materiálu katody: články NMC využívají vrstevnatý oxid, který může při vysokých teplotách uvolňovat kyslík a požár sám ze sebe rozdmýhávat. Olivínová struktura LFP naproti tomu kyslík pevně váže — reakce probíhá výrazně méně bouřlivě, rozhodně však není neškodná.

NMC: vysoké uvolňování tepla, časný nástup lavinového jevu

Články NMC přecházejí ve srovnání dříve do tepelného lavinového jevu — typické onset teploty leží podle typu článku a metody měření zhruba v rozmezí 170 až 210 °C — a reagují pak nejbouřlivěji. Srovnávací výzkumy měří u NMC nejvyšší teploty ventilovaných plynů (v aktuální studii přibližně 1050 °C oproti asi 446 °C u LFP) a největší množství plynu na ampérhodinu. K tomu často přistupují výšecky plamene, odlet jisker a částice z článků, které působí jako zápalné zdroje pro sousední oblasti.

Pro tepelnou bariéru to znamená: u systémů NMC dominuje tepelné zatížení. Dělicí stěny a obložení musí krátkodobě přijmout velmi vysoké teploty a hustoty tepelného toku, aniž by teplota na odvrácené straně kriticky vzrostla. Vysokoteplotně odolné izolační materiály s ověřeným chováním nad 1000 °C, mechanicky stabilní krycí vrstvy proti nárazům částic a mezivrstvy bránící šíření mezi moduly jsou zde ústředními stavebními kameny.

LFP: méně požáru, více rizika deflagrace

LFP právem platí za tepelně stabilnější: vyšší onset teplota, nižší uvolňování tepla, vzácněji samonosné požáry. Z toho se však často vyvozuje mylný závěr, že je LFP z hlediska požární ochrany nekritický. Srovnávací měření sice ukazují nejmenší množství plynu vztažené na kapacitu (v aktuální studii přibližně 0,02 mol/Ah oproti zhruba 0,07 mol/Ah u NMC), avšak s nejvyšším podílem vodíku ve ventilovaném plynu — v téže studii kolem 41 procent.

Poznámka: Paradox LFP — Právě proto, že se ventilované plyny LFP často nevznítí okamžitě, mohou se nepozorovaně hromadit v pouzdře nebo v prostoru. Zasáhne-li vodíkem bohatý oblak později zápalný zdroj, hrozí opožděná deflagrace — scénář, který byl v několika reálných škodních případech hlavní příčinou škody. U LFP se proto cíl ochrany posouvá od pouhé požární bariéry k detekci plynů, větrání a odlehčení výbuchu podle NFPA 68/69.

Pro obložení to znamená: nemusí pouze odclonit teplo, nýbrž musí podporovat řízení plynů — udržovat volné definované odváděcí cesty, neblokovat odlehčovací plochy a samo nevytvářet zápalné zdroje ani dutiny pro hromadění plynu.

Sodíko-iontové články: slibné, avšak nikoli bez rizika

Sodíko-iontové články vykazují v prvních srovnávacích výzkumech příznivý bezpečnostní profil: onset teploty přibližně na úrovni LFP (řádově 220 až 260 °C) a výrazně nižší maximální teploty ventilovaných plynů než obě lithiové chemie. Rovněž možnost vybit články pro přepravu a skladování na nula voltů snižuje rizika v průběhu životního cyklu.

Přesto i sodíko-iontové články v případě poruchy uvolňují hořlavé plyny — s relevantními podíly vodíku, oxidu uhelnatého a par elektrolytu. Datová základna je navíc dosud úzká: existuje teprve několik nezávislých studií a sotva jaké velkorozměrové požární zkoušky na úrovni systému. Pro projektování proto platí: nesnižovat paušálně požadavky na tepelné oddělení, odvod plynů a odlehčení výbuchu, nýbrž vyžádat si projektově specifická zkušební data (například podle UL 9540A) a návrh o ně opřít.

- NMC: bariéru navrhovat primárně proti vysokým teplotám, tepelnému toku a částicím
- LFP: zaměření na detekci plynů, větrání, odlehčení výbuchu a provedení bez zápalných zdrojů
- Sodíko-iontové články: příznivý profil, návrh však snižovat teprve na základě průkazných zkušebních dat
- Pro všechny chemie: chování při šíření ze zkušebních zpráv má přednost před údaji v katalogových listech

Časté dotazy

Potřebuje úložiště LFP vůbec požární bariéru?

Ano. LFP reaguje méně bouřlivě než NMC, v případě poruchy však uvolňuje vodíkem bohatou zápalnou plynnou směs a při šíření přes mnoho článků může uvolnit značné teplo. Bariéra zůstává nezbytná — doplněná o důsledné řízení plynů s detekcí, větráním a odlehčením výbuchu.

Jsou sodíko-iontová úložiště řešením problému požární ochrany?

Jsou pokrokem, nikoli bílým šekem. První studie ukazují vyšší onset teploty a mírnější reakce než u NMC, avšak i sodíko-iontové články ventilují hořlavé plyny. Dokud jsou velkorozměrové zkoušky na úrovni systému vzácné, měl by návrh ochrany zůstat konzervativní a opírat se o projektově specifická zkušební data.

Lze bariéru pro systémy NMC použít beze změny u LFP?

Tepelně bývá pak většinou předimenzovaná, funkčně však může být za určitých okolností chybná: u LFP je rozhodující především to, aby opláštění nebránilo odvodu plynů a odlehčení výbuchu a nevytvářelo nevětrané dutiny. Návrh by měl být vždy odvozen ze zkušební zprávy specifické pro danou chemii a daný systém.

Promluvme si o vašem projektu

Odpověď do 24 hodin v pracovních dnech.

info@sbs-rs.de**+49 89 541 960 200** Číst online: www.sbs-rs.de/batteriespeicher/ratgeber/zellchemie-brandschutz