



GUIDA ACCUMULO A BATTERIE · 7 MIN

LFP, NMC e sodio-ione dal punto di vista antincendio: cosa significa la chimica delle celle per la barriera

Temperatura di innesco, quantità di gas, rilascio di calore: la chimica delle celle definisce il profilo di rischio di un sistema di accumulo a batterie e quindi se la compartimentazione termica va progettata principalmente contro il calore o contro i gas.

Perché la chimica delle celle sposta l'obiettivo di protezione

Dal punto di vista antincendio, «accumulo a batterie» non è una categoria omogenea. Che una cella si basi su litio-ferro-fosfato (LFP), nichel-manganese-cobalto (NMC) o sodio-ione cambia radicalmente tre grandezze: la temperatura alla quale si innesca la fuga termica (thermal runaway), il calore rilasciato e la quantità e composizione dei gas di sfiato. Per la progettazione della barriera ne deriva una conseguenza semplice ma spesso trascurata: l'obiettivo di protezione prevalente dipende dalla chimica. In alcuni casi è in primo piano la compartimentazione termica, in altri la gestione dei gas e delle esplosioni.

La differenza strutturale risiede nel materiale catodico: le celle NMC utilizzano un ossido lamellare che alle alte temperature può liberare ossigeno e alimentare l'incendio dall'interno. La struttura olivina dell'LFP, invece, lega saldamente l'ossigeno: la reazione è decisamente meno violenta, ma tutt'altro che innocua.

NMC: elevato rilascio di calore, fuga termica precoce

Le celle NMC entrano in fuga termica prima delle altre (le temperature di innesco tipiche, a seconda del tipo di cella e del metodo di misura, si collocano indicativamente tra 170 e 210 °C) e reagiscono poi nel modo più violento. Le indagini comparative rilevano per le NMC le temperature più alte dei gas di sfiato (in uno studio recente circa 1.050 °C, contro circa 446 °C per le LFP) e la maggiore quantità di gas per amperora. A ciò si aggiungono spesso fuoriuscita di fiamme, proiezione di scintille e particelle di cella che fungono da fonti di innesco per le zone adiacenti.

Per la compartimentazione questo significa che nei sistemi NMC prevale il carico termico. Pareti divisorie e rivestimenti devono sopportare per breve tempo temperature e densità di flusso termico molto elevate senza che la temperatura sul lato opposto salga a livelli critici. Gli elementi chiave sono isolanti resistenti alle alte temperature con comportamento certificato oltre i 1.000 °C, strati di copertura meccanicamente stabili contro l'impatto delle particelle e strati intermedi tra i moduli che ostacolano la propagazione.

LFP: meno incendio, più rischio di deflagrazione

LFP è considerato a ragione più stabile termicamente: temperatura di innesco più alta, minore rilascio di calore, incendi autosostenuti più rari. Da qui si trae però spesso la conclusione errata che l'LFP non sia critico ai fini antincendio. Le misure comparative mostrano sì la minore quantità di gas per unità di capacità (in uno studio recente circa 0,02 mol/Ah contro circa 0,07 mol/Ah per le NMC), ma con la più alta percentuale di idrogeno nel gas di sfiato, pari a circa il 41 % nella stessa indagine.

Nota: Il paradosso dell'LFP — Proprio perché spesso i gas di sfiato delle LFP non si incendiano subito, possono accumularsi inosservati nell'involucro o nel locale. Se in seguito la nube ricca di idrogeno incontra una fonte di innesco, si rischia una deflagrazione ritardata: uno scenario che in diversi incidenti reali è stato la causa principale dei danni. Con l'LFP l'obiettivo di protezione si sposta quindi dalla semplice barriera antincendio verso rilevamento dei gas, ventilazione e sfogo della pressione secondo NFPA 68/69.

Per il rivestimento ciò significa che non deve soltanto compartimentare il calore, ma anche supportare la gestione dei gas: mantenere liberi i percorsi di evacuazione definiti, non ostruire le superfici di sfogo della pressione e non creare esso stesso fonti di innesco o cavità in cui i gas possano accumularsi.

Sodio-ione: promettente, ma non privo di rischi

Nelle prime indagini comparative le celle al sodio-ione mostrano un profilo di sicurezza favorevole: temperature di innesco all'incirca al livello delle LFP (nell'ordine di 220–260 °C) e temperature massime dei gas di sfiato nettamente inferiori rispetto a entrambe le chimiche al litio. Anche la possibilità di scaricare le celle a zero volt per il trasporto e lo stoccaggio riduce i rischi lungo il ciclo di vita.

Tuttavia, anche le celle al sodio-ione in caso di guasto rilasciano gas infiammabili, con quote rilevanti di idrogeno, monossido di carbonio e vapori di elettrolita. La base di dati è inoltre ancora ristretta: esistono pochi studi indipendenti e quasi nessuna prova di incendio su larga scala a livello di sistema. In fase di progettazione vale quindi questa regola: non ridurre in modo generalizzato i requisiti di compartimentazione, evacuazione dei gas e sfogo della pressione, ma richiedere dati di prova specifici per il progetto (ad esempio secondo UL 9540A) e basare il dimensionamento su di essi.

- NMC: dimensionare la barriera principalmente contro alte temperature, flusso termico e particelle
- LFP: puntare su rilevamento dei gas, ventilazione, sfogo della pressione ed esecuzione priva di fonti di innesco
- Sodio-ione: profilo favorevole, ma ridurre il dimensionamento solo sulla base di dati di prova affidabili
- Per tutte le chimiche: il comportamento di propagazione documentato nei rapporti di prova prevale sui dati delle schede tecniche

Domande frequenti

Un accumulo LFP ha davvero bisogno di una barriera antincendio?

Sì. L'LFP reagisce in modo meno violento dell'NMC, ma in caso di guasto rilascia una miscela di gas ricca di idrogeno e infiammabile e, in caso di propagazione su molte celle, può liberare una quantità di calore considerevole. La barriera resta necessaria, integrata da una gestione dei gas rigorosa con rilevamento, ventilazione e sfogo della pressione.

Gli accumuli al sodio-ione risolvono il problema della protezione antincendio?

Sono un passo avanti, non un lasciapassare. I primi studi mostrano temperature di innesco più alte e reazioni più moderate rispetto alle NMC, ma anche le celle al sodio-ione emettono gas infiammabili. Finché le prove di incendio su larga scala a livello di sistema restano rare, la progettazione della protezione dovrebbe rimanere prudente e basarsi su dati di prova specifici per il progetto.

Una barriera progettata per sistemi NMC si può impiegare senza modifiche con le LFP?

Dal punto di vista termico risulta di solito sovradimensionata, ma dal punto di vista funzionale può essere inadeguata: con le LFP conta soprattutto che l'involucro non ostacoli l'evacuazione dei gas e lo sfogo della pressione e non crei cavità non ventilate. Il dimensionamento dovrebbe sempre derivare dal rapporto di prova specifico per chimica e sistema.

Parliamo del suo progetto

Risposta entro 24 ore nei giorni lavorativi.

info@sbs-rs.de

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