



GUÍA ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS · 7 MIN

LFP, NMC y sodio-ion desde la protección contra incendios: qué implica la química de celda para la barrera

Temperatura de inicio, volumen de gas, liberación de calor: la química de celda define el perfil de riesgo de un sistema de almacenamiento de energía en baterías y, con ello, si la compartimentación debe diseñarse principalmente frente al calor o frente al gas.

Por qué la química de celda desplaza el objetivo de protección

Desde el punto de vista de la protección contra incendios, el «almacenamiento en baterías» no es una categoría homogénea. Que una celda sea de litio-ferrofosfato (LFP), de níquel-manganeso-cobalto (NMC) o de sodio-ion modifica de forma sustancial tres magnitudes: la temperatura a partir de la cual se inicia la fuga térmica (thermal runaway), el calor liberado en ella y la cantidad y composición de los gases de venteo. Para el diseño de la barrera se deriva una consecuencia sencilla, pero a menudo pasada por alto: el objetivo de protección dominante depende de la química. Unas veces prima la compartimentación térmica; otras, la gestión del gas y de las explosiones.

La diferencia estructural reside en el material del cátodo. Las celdas NMC utilizan un óxido laminar que, a altas temperaturas, puede liberar oxígeno y avivar el incendio por sí mismo. La estructura de olivino del LFP, en cambio, retiene firmemente el oxígeno: la reacción es claramente menos violenta, pero en absoluto inofensiva.

NMC: alta liberación de calor, fuga térmica temprana

Comparativamente, las celdas NMC entran antes en fuga térmica (las temperaturas de inicio típicas se sitúan, según el tipo de celda y el método de medición, aproximadamente entre 170 y 210 °C) y reaccionan después con mayor violencia. Los estudios comparativos miden en las NMC las temperaturas de gas de venteo más altas (en un estudio reciente, unos 1050 °C, frente a unos 446 °C en LFP) y el mayor volumen de gas por amperio-hora. A ello se suman con frecuencia salida de llama, proyección de chispas y partículas de celda que actúan como fuentes de ignición para las zonas contiguas.

Para la compartimentación, esto significa que en los sistemas NMC predomina la carga térmica. Los tabiques y revestimientos deben soportar durante un breve periodo temperaturas y densidades de flujo térmico muy elevadas sin que la temperatura en la cara no expuesta aumente de forma crítica. Los elementos clave son aquí aislantes resistentes a altas temperaturas con comportamiento ensayado por encima de 1000 °C, capas de cubrición mecánicamente estables frente al impacto de partículas y capas intermedias entre módulos que

frenen la propagación.

LFP: menos incendio, más riesgo de deflagración

El LFP se considera, con razón, térmicamente más estable: mayor temperatura de inicio, menor liberación de calor y menos incendios autosostenidos. Sin embargo, de ello se extrae con frecuencia la conclusión errónea de que el LFP no es crítico desde el punto de vista de la protección contra incendios. Las mediciones comparativas muestran, es cierto, el menor volumen de gas por unidad de capacidad (en un estudio reciente, unos 0,02 mol/Ah frente a unos 0,07 mol/Ah en NMC), pero con la mayor proporción de hidrógeno en el gas de venteo: en ese mismo estudio, alrededor del 41 %.

Nota: La paradoja del LFP — Precisamente porque los gases de venteo del LFP a menudo no se inflaman de inmediato, pueden acumularse sin ser detectados en la envolvente o en la sala. Si la nube rica en hidrógeno encuentra más tarde una fuente de ignición, existe riesgo de deflagración retardada, un escenario que fue la causa principal de los daños en varios siniestros reales. Por ello, en el LFP el objetivo de protección se desplaza de la mera barrera cortafuegos hacia la detección de gases, la ventilación y el alivio de presión según NFPA 68/69.

Para el revestimiento esto implica que no solo debe compartimentar el calor, sino también apoyar la gestión del gas: mantener libres las vías de evacuación definidas, no bloquear las superficies de alivio de presión y no crear por sí mismo fuentes de ignición ni cavidades donde se acumule gas.

Sodio-ion: prometedor, pero no exento de riesgos

En los primeros estudios comparativos, las celdas de sodio-ion muestran un perfil de seguridad favorable: temperaturas de inicio aproximadamente al nivel del LFP (del orden de 220 a 260 °C) y temperaturas máximas del gas de venteo claramente inferiores a las de ambas químicas de litio. La posibilidad de descargar las celdas a cero voltios para su transporte y almacenamiento reduce además los riesgos a lo largo del ciclo de vida.

No obstante, también las celdas de sodio-ion liberan gases inflamables en caso de fallo, con proporciones relevantes de hidrógeno, monóxido de carbono y vapores de electrolito. Además, la base de datos es todavía reducida: existen pocos estudios independientes y apenas ensayos de fuego a gran escala a nivel de sistema. Para el diseño se aplica, por tanto, lo siguiente: no rebajar de forma generalizada los requisitos de compartimentación, evacuación de gases y alivio de presión, sino exigir datos de ensayo específicos del proyecto (por ejemplo, según UL 9540A) y basar el dimensionamiento en ellos.

- NMC: diseñar la barrera principalmente frente a altas temperaturas, flujo térmico y partículas
- LFP: foco en detección de gases, ventilación, alivio de presión y ejecución libre de fuentes de ignición
- Sodio-ion: perfil favorable, pero reducir el dimensionamiento solo con datos de ensayo fiables
- Para todas las químicas: el comportamiento de propagación de los informes de ensayo prevalece sobre los datos de la ficha técnica

Preguntas frecuentes

¿Necesita realmente un sistema de almacenamiento LFP una barrera cortafuegos?

Sí. El LFP reacciona con menos violencia que el NMC, pero en caso de fallo libera una mezcla de gases rica en hidrógeno e inflamable y, si la propagación afecta a muchas celdas, puede liberar un calor considerable. La barrera sigue siendo necesaria, complementada con una gestión rigurosa del gas mediante detección, ventilación y alivio de presión.

¿Son los sistemas de sodio-ion la solución al problema de la protección contra incendios?

Son un avance, no una carta blanca. Los primeros estudios muestran temperaturas de inicio más altas y reacciones más moderadas que en el NMC, pero también las celdas de sodio-ion ventean gases inflamables. Mientras escaseen los ensayos de fuego a gran escala a nivel de sistema, el diseño de la protección debe

seguir siendo conservador y basarse en datos de ensayo específicos del proyecto.

¿Puede utilizarse sin cambios en LFP una barrera diseñada para sistemas NMC?

Térmicamente suele estar sobredimensionada, pero desde el punto de vista funcional puede ser inadecuada: en el LFP importa sobre todo que la envolvente no obstaculice la evacuación de gases ni el alivio de presión y que no cree cavidades sin ventilación. El dimensionamiento debe derivarse siempre del informe de ensayo específico de la química y del sistema.

Hablemos de su proyecto

Respuesta en 24 horas en días laborables.

info@sbs-rs.de

+49 89 541 960 200 Leer en línea: www.sbs-rs.de/batteriespeicher/ratgeber/zellchemie-brandschutz