



GUIA ARMAZENAMENTO EM BATERIAS · 7 MIN

LFP, NMC e iões de sódio do ponto de vista da proteção contra incêndios: o que a química das células significa para a barreira

Temperatura de início, volume de gás, libertação de calor: a química das células determina o perfil de risco de um sistema de armazenamento de energia em baterias e, com isso, se a compartimentação tem de ser dimensionada sobretudo contra o calor ou contra o gás.

Porque é que a química das células altera o objetivo de proteção

Do ponto de vista da proteção contra incêndios, «armazenamento de energia em baterias» não é uma categoria homogénea. O facto de uma célula funcionar com base em fosfato de ferro-lítio (LFP), níquel-mangânês-cobalto (NMC) ou iões de sódio altera de forma fundamental três grandezas: a temperatura a partir da qual se inicia a fuga térmica, o calor libertado nesse processo e a quantidade e composição dos gases de ventilação. Para o planeamento da barreira resulta daqui uma consequência simples, mas frequentemente ignorada: o objetivo de proteção dominante depende da química. Uma vez prevalece a compartimentação térmica, outras a gestão de gases e de explosões.

A diferença estrutural reside no material do cátodo: as células NMC utilizam um óxido lamelar que, a temperaturas elevadas, pode libertar oxigénio e alimentar o incêndio por si próprio. A estrutura de olivina do LFP, pelo contrário, mantém o oxigénio firmemente ligado. A reação é bastante menos violenta, mas de modo algum inofensiva.

NMC: elevada libertação de calor, fuga térmica precoce

Comparativamente, as células NMC entram mais cedo em fuga térmica (as temperaturas de início típicas situam-se, consoante o tipo de célula e o método de medição, aproximadamente entre 170 e 210 °C) e reagem então de forma mais violenta. Estudos comparativos medem nas células NMC as temperaturas de gás de ventilação mais elevadas (num estudo recente, cerca de 1 050 °C, contra aproximadamente 446 °C no LFP) e o maior volume de gás por ampere-hora. A isto juntam-se frequentemente a saída de chamas, a projeção de faíscas e partículas das células, que atuam como fontes de ignição para as zonas vizinhas.

Para a compartimentação, isto significa que nos sistemas NMC predomina a carga térmica. As paredes divisórias e os revestimentos têm de suportar, durante curtos períodos, temperaturas e densidades de fluxo de calor muito elevadas, sem que a temperatura no lado oposto suba para valores críticos. Os elementos centrais são, neste caso, materiais isolantes resistentes a altas temperaturas com comportamento ensaiado acima de

1 000 °C, camadas de cobertura mecanicamente estáveis contra o impacto de partículas e camadas intermédias entre módulos que inibem a propagação.

LFP: menos incêndio, maior risco de deflagração

O LFP é considerado, com razão, mais estável termicamente: temperatura de início mais elevada, menor libertação de calor e incêndios autossustentados menos frequentes. Daí se retira, porém, muitas vezes a conclusão errada de que o LFP não é crítico em termos de proteção contra incêndios. As medições comparativas mostram, de facto, o menor volume de gás por unidade de capacidade (num estudo recente, cerca de 0,02 mol/Ah contra cerca de 0,07 mol/Ah no NMC), mas com a maior percentagem de hidrogénio no gás de ventilação: no mesmo estudo, cerca de 41 %.

Nota: O paradoxo do LFP — Precisamente porque os gases de ventilação do LFP muitas vezes não se inflamam de imediato, podem acumular-se sem serem detetados no invólucro ou no compartimento. Se a nuvem rica em hidrogénio encontrar mais tarde uma fonte de ignição, existe o risco de uma deflagração retardada, um cenário que em vários sinistros reais foi a principal causa dos danos. No LFP, o objetivo de proteção desloca-se, por isso, da simples barreira contra incêndios para a deteção de gases, a ventilação e o alívio de pressão segundo as normas NFPA 68/69.

Para o revestimento, isto significa que não tem apenas de compartimentar o calor, mas também de apoiar a gestão de gases: manter desobstruídas as vias de evacuação definidas, não bloquear as superfícies de alívio de pressão e não criar, ele próprio, fontes de ignição ou cavidades onde o gás se possa acumular.

Íões de sódio: promissores, mas não isentos de perigo

Nos primeiros estudos comparativos, as células de íões de sódio apresentam um perfil de segurança favorável: temperaturas de início aproximadamente ao nível do LFP (na ordem de 220 a 260 °C) e temperaturas máximas do gás de ventilação claramente inferiores às das duas químicas de lítio. Também a possibilidade de descarregar as células até zero volts para transporte e armazenamento reduz os riscos ao longo do ciclo de vida.

Ainda assim, também as células de íões de sódio libertam gases inflamáveis em caso de falha, com percentagens relevantes de hidrogénio, monóxido de carbono e vapores de eletrólito. Além disso, a base de dados é ainda reduzida: existem poucos estudos independentes e quase nenhum ensaio de incêndio em grande escala ao nível do sistema. Para o planeamento aplica-se, por isso, o seguinte: não reduzir de forma generalizada os requisitos de compartimentação, evacuação de gases e alívio de pressão, mas exigir dados de ensaio específicos do projeto (por exemplo, segundo a UL 9540A) e basear o dimensionamento nesses dados.

- NMC: dimensionar a barreira sobretudo contra temperaturas elevadas, fluxo de calor e partículas
- LFP: foco na deteção de gases, ventilação, alívio de pressão e execução sem fontes de ignição
- Íões de sódio: perfil favorável, mas reduzir o dimensionamento apenas com base em dados de ensaio fiáveis
- Para todas as químicas: o comportamento de propagação indicado nos relatórios de ensaio prevalece sobre os dados das fichas técnicas

Perguntas frequentes

Um sistema de armazenamento LFP precisa realmente de uma barreira contra incêndios?

Sim. O LFP reage de forma menos violenta do que o NMC, mas em caso de falha liberta uma mistura gasosa inflamável e rica em hidrogénio e, se houver propagação a muitas células, pode libertar uma quantidade considerável de calor. A barreira continua a ser necessária, complementada por uma gestão de gases rigorosa com deteção, ventilação e alívio de pressão.

Os sistemas de armazenamento de íões de sódio resolvem o problema da proteção contra incêndios?

São um progresso, não uma carta branca. Os primeiros estudos mostram temperaturas de início mais elevadas e reações mais moderadas do que no NMC, mas também as células de íões de sódio libertam gases inflamáveis. Enquanto os ensaios de incêndio em grande escala ao nível do sistema forem raros, o planeamento da proteção deve manter-se conservador e basear-se em dados de ensaio específicos do projeto.

Uma barreira concebida para sistemas NMC pode ser utilizada sem alterações com LFP?

Do ponto de vista térmico, estará geralmente sobredimensionada, mas em termos funcionais pode estar errada: no LFP, o essencial é que o invólucro não dificulte a evacuação de gases nem o alívio de pressão e não crie cavidades sem ventilação. O dimensionamento deve ser sempre derivado do relatório de ensaio específico da química e do sistema.

Fale connosco sobre o seu projeto

Resposta em 24 horas nos dias úteis.

info@sbs-rs.de

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