

REHBER BATARYA DEPOLAMA · 7 DK. · 24 AĞUSTOS 2026

Yangından korunma açısından LFP, NMC ve sodyum iyon: Hücre kimyasının bariyer için anlamı

Başlangıç sıcaklığı, gaz miktarı, ısı salınımı: Hücre kimyası, bir batarya depolama sisteminin tehlike profilini ve dolayısıyla ısıl bölmelemenin öncelikle ısıya mı yoksa gaza karşı mı tasarlanması gerektiğini belirler.

Hücre kimyası koruma hedefini neden değiştirir

Yangından korunma açısından “batarya depolama sistemi” homojen bir kategori değildir. Bir hücrenin lityum demir fosfat (LFP), nikel-mangan-kobalt (NMC) veya sodyum iyon bazlı çalışması üç büyüklüğü temelden değiştirir: termal kaçağın (thermal runaway) başladığı sıcaklık, bu sırada açığa çıkan ısı ve tahliye gazlarının (vent gazları) miktarı ile bileşimi. Bariyer planlaması için bundan basit ama sıklıkla gözden kaçan bir sonuç çıkar: Baskın koruma hedefi kimyaya bağlıdır; kimi zaman ısıl bölmeleme ön plandadır, kimi zaman gaz ve patlama yönetimi.

Yapısal fark katot malzemesindedir: NMC hücreleri, yüksek sıcaklıklarda oksijen açığa çıkarabilen ve yangını kendi kendine besleyebilen katmanlı bir oksit kullanır. LFP'nin olivin yapısı ise oksijeni sıkıca bağlar; reaksiyon çok daha az şiddetli seyreder, ancak hiçbir şekilde zararsız değildir.

NMC: yüksek ısı salınımı, erken termal kaçak

NMC hücreleri karşılaştırmalı olarak daha erken termal kaçağa girer (tipik başlangıç sıcaklıkları, hücre tipine ve ölçüm yöntemine bağlı olarak kabaca 170 ile 210 °C arasındadır) ve ardından en şiddetli tepkiyi verir. Karşılaştırmalı çalışmalar NMC'de en yüksek tahliye gazı sıcaklıklarını (güncel bir çalışmada LFP'deki yaklaşık 446 °C'ye karşı yaklaşık 1.050 °C) ve amper saat başına en büyük gaz miktarını ölçmektedir. Buna sıklıkla alev çıkışı, kıvılcım saçılması ve komşu alanlar için tutuşturma kaynağı işlevi gören hücre parçacıkları eklenir.

Isıl bölmeleme açısından bunun anlamı şudur: NMC sistemlerinde ısıl yük baskındır. Bölme duvarları ve astarlar, arka yüzdeki sıcaklığın kritik düzeyde yükselmesine izin vermeden çok yüksek sıcaklıkları ve ısı akısı yoğunluklarını kısa süreliğine karşılamalıdır. 1.000 °C'nin üzerindeki davranışı test edilmiş yüksek sıcaklığa dayanıklı izolasyon malzemeleri, parçacık çarpmasına karşı mekanik olarak stabil kaplama katmanları ve modüller arasında yayılmayı önleyici ara katmanlar burada temel yapı taşlarıdır.

LFP: daha az yangın, daha fazla deflagrasyon riski

LFP haklı olarak ısıl açıdan daha stabil kabul edilir: daha yüksek başlangıç sıcaklığı, daha düşük ısı salınımı, kendi kendini sürdüren yangınlar daha seyrek. Ancak bundan sıklıkla LFP'nin yangından korunma açısından kritik olmadığı gibi yanlış bir sonuç çıkarılır. Karşılaştırmalı ölçümler gerçi kapasite başına en düşük gaz miktarını göstermektedir (güncel bir çalışmada NMC'deki yaklaşık 0,07 mol/Ah'e karşı yaklaşık 0,02 mol/Ah), ancak tahliye gazındaki hidrojen oranı en yüksektir: aynı çalışmada yaklaşık %41.

Not: LFP paradoksu — LFP tahliye gazları çoğu zaman hemen tutuşmadığı için, muhafaza veya oda içinde fark edilmeden birikebilir. Hidrojence zengin bu bulut daha sonra bir tutuşturma kaynağıyla karşılaşırsa gecikmeli bir deflagrasyon tehlikesi doğar; bu senaryo, gerçekte yaşanmış birçok hasar vakasında ana hasar nedeni olmuştur. Bu nedenle LFP'de koruma hedefi salt yangın bariyerinden NFPA 68/69'a göre gaz algılama, havalandırma ve basınç tahliyesine kayar.

Astar açısından bunun anlamı şudur: Astar yalnızca ısıyı bölmelemekle kalmamalı, gaz yönetimini de desteklemelidir; tanımlı tahliye yollarını açık tutmalı, basınç tahliye yüzeylerini engellememeli ve kendisi tutuşturma kaynağı ya da gaz birikimi için boşluk oluşturmamalıdır.

Sodyum iyon: umut verici, ancak tehlikesiz değil

Sodyum iyon hücreleri ilk karşılaştırmalı çalışmalarda olumlu bir güvenlik profili göstermektedir: yaklaşık LFP düzeyinde başlangıç sıcaklıkları (220 ile 260 °C mertebesinde) ve her iki lityum kimyasından belirgin şekilde daha düşük azami tahliye gazı sıcaklıkları. Hücrelerin nakliye ve depolama için sıfır volta kadar deşarj edilebilmesi de yaşam döngüsü boyunca riskleri azaltır.

Bununla birlikte sodyum iyon hücreleri de arıza durumunda yanıcı gazlar açığa çıkarır; bunlar kayda değer oranda hidrojen, karbon monoksit ve elektrolit buharı içerir. Ayrıca veri tabanı henüz dardır: Az sayıda bağımsız çalışma ve sistem düzeyinde neredeyse hiç büyük ölçekli yangın deneyi bulunmaktadır. Bu nedenle planlamada şu ilke geçerlidir: Isıl bölmeleme, gaz tahliyesi ve basınç tahliyesi gereksinimleri toptan düşürülmemeli, projeye özgü test verileri (örneğin UL 9540A'ya göre) talep edilmeli ve tasarım bunlara dayandırılmalıdır.

- NMC: Bariyeri öncelikle yüksek sıcaklıklara, ısı akısına ve parçacıklara karşı tasarlayın
- LFP: Odak noktası gaz algılama, havalandırma, basınç tahliyesi ve tutuşturma kaynağı içermeyen uygulama
- Sodyum iyon: Olumlu profil, ancak tasarımı ancak güvenilir test verilerine dayanarak hafifletin
- Tüm kimyalar için: Test raporlarındaki yayılma davranışı, teknik bilgi formu verilerine göre önceliklidir

Sık sorulan sorular

Bir LFP depolama sistemi yangın bariyerine gerçekten ihtiyaç duyar mı?

Evet. LFP, NMC'den daha az şiddetli tepki verir, ancak arıza durumunda hidrojence zengin, tutuşabilir bir gaz karışımı açığa çıkarır ve çok sayıda hücreye yayılma halinde önemli miktarda ısı salabilir. Bariyer gerekli olmaya devam eder; algılama, havalandırma ve basınç tahliyesini içeren tutarlı bir gaz yönetimiyle tamamlanmalıdır.

Sodyum iyon depolama sistemleri yangından korunma sorununun çözümü mü?

Bir ilerlemedir, ancak her şeye izin veren bir belge değildir. İlk çalışmalar NMC'ye göre daha yüksek başlangıç sıcaklıkları ve daha ılımlı reaksiyonlar göstermektedir, ancak sodyum iyon hücreleri de yanıcı gaz tahliye eder. Sistem düzeyinde büyük ölçekli yangın deneyleri nadir olduğu sürece, koruma planlaması ihtiyatlı kalmalı ve projeye özgü test verilerine dayanmalıdır.

NMC sistemleri için tasarlanmış bir bariyer LFP'de değiştirilmeden kullanılabilir mi?

Bu durumda bariyer ısıl açıdan çoğunlukla gereğinden büyük boyutlandırılmış olur, işlevsel açıdan ise koşullara bağlı olarak yanlış olabilir: LFP'de asıl önemli olan, muhafazanın gaz tahliyesini ve basınç tahliyesini engellememesi ve havalandırılmayan boşluklar oluşturmamasıdır. Tasarım her zaman kimyaya ve sisteme özgü test raporundan türetilmelidir.

Projenizi bizimle görüşün

İş günlerinde 24 saat içinde geri dönüş.

info@sbs-rs.de
+49 89 541 960 200

Çevrimiçi okuyun: www.sbs-rs.de/batteriespeicher/ratgeber/zellchemie-brandschutz