



RÁDCE BATERIOVÁ ÚLOŽIŠTĚ · 8 MIN

Odvod plynů a ochrana proti deflagraci: NFPA 68/69 a důsledky pro obložení

U bateriových úložišť bývá výbuch nebezpečnější než požár. Co NFPA 68 a NFPA 69 požadují pro odlehčení výbuchu a větrání — a jaké důsledky to má pro obložení a tepelné oddělení pouzdra.

Podceňované nebezpečí: deflagrace namísto požáru

Při tepelném lavinovém jevu (thermal runaway) uvolňují bateriové články hořlavou plynou směs — v podstatě vodík, oxid uhelnatý, oxid uhličitý a uhlovodíky jako metan a etylen. V uzavřených kontejnerech a bateriových místnostech se tato směs může obohacovat, dokud zápalný zdroj nevyvolá deflagraci. Několik závažných událostí posledních let, i se zraněnými zasahujícími hasiči, nevzešlo z požáru samotného, nýbrž z výbuchu nahromaděného ventilovaného plynu.

Odborná veřejnost rozlišuje dva scénáře: promptní deflagraci, při níž se plyn vznítí krátce po ventingu, a opožděnou deflagraci, při níž se plyn hromadí po minuty nebo hodiny, než se vznítí. Ta druhá vytváří podstatně vyšší tlaky — a čistě pasivními opatřeními je jen stěží zvládnutelná. NFPA 855 proto pro lithium-iontová úložiště vyžaduje řešení protivýbuchové ochrany: odlehčení výbuchu podle NFPA 68 a/nebo prevenci výbuchu podle NFPA 69.

NFPA 68: správné dimenzování odlehčení výbuchu

NFPA 68 upravuje odlehčení výbuchového tlaku při deflagraci: průtržné plochy, klapky nebo lehké panely se otevrou při definovaném otevíracím tlaku a odvedou tlakovou vlnu a plameny řízeně ven. Odlehčovací plochy se dimenzují na základě vlastností plynu — maximálního výbuchového tlaku, rychlosti hoření a mezí výbušnosti ventilovaného plynu, jak je poskytuje zpráva UL 9540A na úrovni článku — a dále na základě tlakové odolnosti pouzdra (redukováný maximální tlak, který musí opláštění vydržet).

- Podkladem návrhu jsou skutečné plynové charakteristiky ze zprávy UL 9540A, nikoli generické předpoklady
- Konstrukce opláštění musí odolat zbývajcímu redukovanému výbuchovému tlaku
- Před odlehčovacími otvory je nutné dodržet volné plochy — tam uniká tlak, plameny a úlomky
- Pasivní odlehčení výbuchu působí spolehlivě především proti promptním deflagracím

Poznámka: Hranice pasivního odlehčení — Proti opožděné deflagraci s vysokou koncentrací plynu v celém objemu mohou být pasivní odlehčovací plochy příliš malé — tlakové špičky pak převyšují to, co lze hospodárně odlehčit. V takových scénářích nevede cesta jinudy než přes aktivní omezování koncentrace podle NFPA 69.

NFPA 69: udržet koncentraci plynu pod prahem vznícení

NFPA 69 nastupuje před vznícením: detekce plynů a nucené větrání udržují koncentraci hořlavých plynů trvale pod 25 procenty dolní meze výbušnosti (LFL). Jako návrhová orientační hodnota pro bateriové místnosti se etablovala vzduchotechnická výkonnost nejméně 1 cfm na čtvereční stopu půdorysné plochy (přibližně 5,1 l/s na m²), navržená na nejnepríznivější událost ze zkušební zprávy. Protože nejkritičtější složkou je vodík s LFL kolem 4 objemových procent, je účelné navrhnout detekci právě na vodík jako vůdčí veličinu.

V praxi se oba standardy kombinují: větrání a detekce podle NFPA 69 zabrání nahromadění plynu, odlehčovací plochy podle NFPA 68 zachytí zbytkové riziko promptního vznícení. Tato obrana do hloubky chrání nejen zařízení, nýbrž především zasahující jednotky, které musí v případě události k pouzdru přistoupit.

Co to znamená pro obložení a tepelné oddělení

Pro vnitřní obložení kontejnerů a bateriových místností vyplývají z protivýbuchové ochrany konkrétní konstrukční pravidla, která jdou nad rámec klasické požární ochrany. Izolace, která v případě požáru dokonale odcloní, se může v případě deflagrace stát problémem — pokud blokuje odlehčovací plochy, pod tlakem se odtrhne nebo vytvoří dutiny, v nichž se hromadí plyn.

- Odlehčovací plochy a cesty odvodu plynů zcela ponechat volné, bez izolačních a obkladových vrstev
- Obložení mechanicky upevnit tak, aby odolalo tlakovému rázu a nevedlo k odletu úlomků
- Volit uzavřené, nehořlavé povrchy; žádné otevřené dutiny a nevětrané stinné zóny
- Cesty odvodu horkých ventilovaných plynů vyložit teplotně odolnými materiály — teploty plynů mohou podle chemie článku dosáhnout několika set stupňů
- Prostupy pro větrání, detekci a kabely utěsnit plyno- a kouřotěsně, aniž by byla omezena odlehčovací funkce

Požární ochrana a protivýbuchová ochrana proto musí být projektovány společně: obložení je součástí obou systémů. Kdo navrhuje tepelné oddělení, aniž zná odváděcí cesty, otevírací tlaky a koncepci větrání, riskuje, že se ochranné systémy navzájem znehodnotí — v nejhorším případě bariérou, která udrží požár, ale zesílí výbuch.

Časté dotazy

Stačí odlehčovací klapka podle NFPA 68 jako protivýbuchová ochrana?

Proti promptní deflagraci krátce po ventingu může pasivní odlehčení výbuchu postačovat. Proti nebezpečnější opožděné deflagraci s vysokou koncentrací plynu v celém objemu je však samo o sobě často nedostatečné — pak je zapotřebí navíc detekce plynů a větrání podle NFPA 69, které udrží koncentraci pod 25 procenty LFL.

Odkud pocházejí charakteristické hodnoty pro návrh odlehčení a větrání?

Ze zkušební zprávy UL 9540A nasazeného systému: dokumentuje objem plynu, složení plynu, dolní a horní mez výbušnosti, maximální výbuchový tlak a rychlost hoření ventilovaného plynu. Generické hodnoty z literatury jsou pouze nouzovým řešením, protože plynná směs se podle chemie a typu článku výrazně liší.

Může vnitřní izolace bateriového kontejneru narušit protivýbuchovou ochranu?

Ano, a to hned několika způsoby: pokud blokuje odlehčovací plochy, pokud se při tlakovém rázu uvolní a vede k odletu úlomků, nebo pokud vytvoří dutiny, v nichž se ventilovaný plyn nepozorovaně hromadí. Obložení, odlehčovací plochy a koncepce větrání proto musí být projektovány integrovaně a vzájemně sladěny.

Promluvme si o vašem projektu

Odpověď do 24 hodin v pracovních dnech.

info@sbs-rs.de**+49 89 541 960 209****Čiňte online: www.sbs-rs.de/batteriespeicher/ratgeber/gasableitung-deflagrationsschutz**