

Sicurezza con le batterie al litio: rilevamento gas, incendi e contenimento

Una tesi per un master universitario si sofferma sul rischio incendio delle batterie agli ioni di litio: dalla fuga termica al rilevamento precoce di gas e incendi, fino alle strategie di contenimento e controllo.

Brescia, 27 Ott ? Le batterie al litio sono una importante tecnologia di accumulo di energia che si è particolarmente diffusa grazie a vari vantaggi, come, ad esempio, l'elevata densità di energia e la velocità di ricarica.

Tuttavia, non bisogna dimenticare, per queste batterie, anche i **rischi di incendio** e di **fuga termica** (*thermal runaway*), una reazione a catena che coinvolge tutte le celle del pacco batteria. Infatti "poiché l'elettrolita è un solvente organico combustibile e anche l'anodo, il catodo e il separatore sono costituiti da un materiale combustibile contenente litio instabile, è possibile che si verifichi **un incendio o un'esplosione** causata dalla fuga termica dopo un guasto fisico, elettrico o termico".

A segnalarlo è una tesi, premiata nell'edizione 2024 del "**Premio tesi di laurea nell'ambito della salute e sicurezza sul lavoro e sostenibilità**" organizzato dalla Fondazione AiFOS. La tesi, intitolata "**La valutazione del rischio incendio legato alla presenza di batterie al litio su attrezzature di movimentazione in ambienti industriali**", è stata realizzata, nell'anno accademico 2023/2024, da **Silvia Turci** per il Master universitario di I livello in "Sicurezza e prevenzione nell'ambiente di lavoro" (Dipartimento di scienze giuridiche) presso Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.

La tesi non solo permette di aumentare la consapevolezza dei rischi di incendio connessi all'utilizzo di batterie al litio su attrezzature di lavoro, ma vuole fornire anche utili informazioni sulle misure di prevenzione e protezione.

Dopo aver già presentato la tesi in un precedente articolo, ci soffermiamo oggi su alcune delle misure di prevenzione e protezione presentate con particolare riferimento ai seguenti argomenti:

- Rischio incendio e batterie al litio: il rilevamento di gas
- Rischio incendio e batterie al litio: il rilevamento incendi
- Rischio incendio e batterie al litio: il contenimento e il controllo dell'incendio

Pubblicità

Rischio incendio e batterie al litio: il rilevamento di gas

Riguardo alle misure di prevenzione e protezione incendi, sempre con riferimento alle batterie agli ioni litio, la tesi fa riferimento ad alcune indicazioni (riprese anche da linee guida OSHA) e si sofferma su vari altri aspetti come la formazione e la termografia, una tecnologia innovativa "a supporto della prevenzione incendi nella progettazione e nella realizzazione di tipologie di impianti, con la finalità di determinare l'andamento di un potenziale rischio di innesco al fine di intervenire in maniera preventiva e precoce per organizzare meglio le fasi di intervento".

La tesi si focalizza anche sul **rilevamento di gas**.

Si segnala che "i sistemi in grado di rilevare i gas di scarico a basse concentrazioni possono fornire un **allarme tempestivo** di un'imminente fuga termica e attivare sistemi di spegnimento per isolare elettricamente l'individuo, il banco o il rack di celle della batteria, evitando così che si verifichi una fuga termica in una singola cella". E questi sistemi generalmente "si basano su un certo grado di involucro intorno alle batterie, come un contenitore ESS" (Energy Storage System) "o una stanza che ospita grandi banchi di batterie". E non è raro che "un efficace rilevamento dei gas, specificamente adattato per essere sensibile a gas (prevalentemente H₂, CO₂, CO, gas idrocarburi e solventi elettrolitici per batterie), lo rilevi entro 30 secondi dal suo rilascio iniziale dalla cella. Si noti che la presenza e l'accumulo di quantità significative di gas H₂ e idrocarburi possono presentare un rischio di esplosione".

Si ricorda poi che la **ventilazione** è una "caratteristica importante nella mitigazione dei rischi potenzialmente esplosivi. Tali pericoli sono tradizionalmente associati al lento accumulo dei gas emessi durante il normale funzionamento (ad esempio la carica di batterie al piombo), ma possono anche verificarsi in tempi relativamente brevi a causa dei gas emessi durante il guasto o la fuga termica delle batterie agli ioni di litio".

Si indica che il **rilevamento precoce del gas** "è più efficace quando la ventilazione è limitata o minima", tuttavia, spesso, il movimento dell'aria viene utilizzato per mantenere fresche le batterie durante le normali operazioni di ricarica. Pertanto, i sensori di degassificazione devono essere posizionati strategicamente ed essere sufficientemente sensibili da rilevare il gas prima che diventi troppo diluito".

Infine, si ricorda che il rilevamento delle emissioni di gas "può fornire una consapevolezza delle condizioni all'interno di un impianto; ad esempio, fornire informazioni sul punto in cui è iniziata l'emissione per assistere il personale che risponde a un evento, nonché informazioni più generali su eventuali rischi pericolosi o tossici che potrebbero indicare che l'ingresso nell'impianto non è raccomandabile".

Rischio incendio e batterie al litio: il rilevamento incendi

La tesi si sofferma poi sul **rilevamento incendi**.

Si segnala che un incendio "inizia molto prima che le fiamme siano visibili". E, come per tutti gli incendi, anche "un evento di incendio in una cella/batteria/installazione agli ioni di litio consiste nella rapida ossidazione dei materiali della cella a causa di un processo chimico esotermico di combustione, rilasciando calore, luce e vari prodotti di reazione, che possono essere gassosi o solidi".

Per rilevare l'**insorgenza di un evento di incendio** ? continua la tesi ? "può essere necessario l'uso di diversi **metodi di rilevamento**, a seconda del numero e della disposizione delle celle e del loro posizionamento all'interno della loro applicazione": il rilevamento precoce di una situazione in via di sviluppo "è fondamentale per prevenire lo sviluppo di un incendio".

A questo proposito si indica che diversi fenomeni prodotti durante le fasi di un evento di guasto di una cella "possono essere rilevati da differenti tecnologie come: radiazioni elettromagnetiche (dall'IR all'UV), particelle di fumo visibile, particolato invisibile, vapori, gas e luce".

In particolare, il rilevamento "può essere eseguito in molti punti fisici, ma può essere limitato dall'applicazione, ad esempio all'interno o nel locale della cella/batteria", "all'interno del pacchetto batteria, a livello di apparecchiatura, a distanza dall'apparecchiatura, dall'involucro o dalla stanza. Ognuno di essi avrebbe i suoi vantaggi e verrebbe selezionato con la finalità di dare segnali appropriati e tempestivi ad altri sistemi, in base alle esigenze (ad esempio per spegnere il circuito di carica della batteria, allertare il personale tecnico o di sicurezza, attivare il sistema di soppressione automatica, allarmi di evacuazione per gli occupanti dell'edificio, segnalazione fuori sede, ecc.)".

Inoltre "il rilevamento all'interno di imballaggi/sistemi di batterie strettamente assemblati, dove spesso non è possibile posizionare sensori ingombranti, può essere ottenuto estraendo un campione d'aria tramite una rete di tubi e tubazioni, da analizzare, da remoto, da un rilevatore appropriato". E il rilevamento di singoli o gruppi di celle e batterie più accessibili "può essere effettuato mediante rilevamento video che impiega algoritmi applicabili. I singoli sensori puntiformi possono ottenere il rilevamento all'interno dell'armadio e della stanza".

Si indica poi che gli **incendi LIB** (LIB ? Lithium Ion Battery) possono essere rilevati utilizzando rilevatori di calore convenzionali, rilevatori di fumo e rilevatori combinati di fumo-calore. In presenza di "involucri per batterie, i rilevatori sensibili al calore emesso dalle batterie possono fornire un avviso ed essere collegati ai sistemi di gestione delle batterie e di protezione antincendio. Questi possono assumere la forma di cavi lineari di rilevamento del calore o rilevatori di incendio a infrarossi. Il fumo e i gas di scarico possono essere rilevati da telecamere 'video' con algoritmi di oscuramento del fumo e in grado di collegarsi ai sistemi di gestione della batteria e di protezione antincendio".

Si segnala che "è buona norma utilizzare la 'coincidenza' di due o più segnali di rilevamento incendio prima di avviare il rilascio dell'agente antincendio. Dovrebbe essere preso in considerazione un metodo per ritardare manualmente il rilascio 60 automatico dell'agente e un metodo di rilascio manuale per aggirare la coincidenza, al fine di rilasciare immediatamente l'agente se la situazione lo richiede".

Rischio incendio e batterie al litio: il contenimento e il controllo dell'incendio

Si ricorda poi che un metodo di gestione degli incendi nelle batterie agli ioni di litio "consiste nel **contenere il fuoco** per evitare che si diffonda ad altre celle o materiali. Questa può essere una soluzione per piccoli dispositivi portatili alimentati a batteria". E con l'aumentare delle dimensioni della batteria, "la selezione dei metodi di contenimento diventa più complicata. Per i grandi sistemi di accumulo di energia, l'uso di pareti tagliafuoco tra i pacchi di celle e il loro alloggiamento in contenitori ISO separati possono mitigare la propagazione del fuoco da uno all'altro. L'utilizzo di contenitori ignifughi (in genere 90+ minuti di resistenza al fuoco) con scarico delle esplosioni può essere utilizzato per sistemi di grandi dimensioni e persino per veicoli dopo un incidente. Questi contenitori possono anche essere dotati di un sistema di soppressione/spegnimento".

La tesi si sofferma poi sui **metodi di estinzione** e ricorda che la dinamica di un incendio di batterie agli ioni di litio "è caratterizzata da assenti o quasi eventuali segnali premonitori, rapido sviluppo, generazione di grandi potenze termiche legate a

energia chimica ed elevata tossicità dei prodotti di combustione. Dunque, c'è una problematica legata all'intervento delle squadre di soccorso". Si indica che "sono stati fatti molti tentativi attraverso la progettazione di strati di separazione e riempimento con materiali termoassorbenti. Tuttavia, se la protezione non funziona, è attiva la **protezione passiva** che mira a ridurre il danno in seguito al Thermal Runaway" (TR).

Per ottenere il **controllo su un incendio della batteria**, è necessario "controllare due fattori: raffreddamento e ventilazione. Se si ha il controllo sulla temperatura delle celle nelle batterie e allo stesso tempo si ha il controllo della ventilazione del gas dalle batterie, si ha il controllo dell'incendio della batteria. Per ottenere il controllo della temperatura della batteria, è necessario essere in grado di misurare la temperatura e disporre di un metodo per indurre il raffreddamento". L'unico modo per misurare la temperatura della cella è "leggere il sistema di sicurezza della batteria, ovvero il BMS" (*Battery Management System*). Tuttavia, "è necessario considerare che potrebbe non essere possibile ottenere dati validi dal BMS, poiché il sistema potrebbe essere stato danneggiato dall'incendio. Nei sistemi di batterie più piccoli, ad esempio quelli delle auto elettriche, non è possibile leggere il BMS. Quindi, è necessario sovracompensare con il raffreddamento. Ciò significa indurre un raffreddamento sufficiente in modo da essere completamente sicuri di avere il controllo sulla temperatura".

Si ricorda poi che le batterie al litio LIB ventilano grandi **quantità di gas** in un TR ed è importante "avere il controllo di questi gas". La sfida sorge quando "l'incendio della batteria si trova all'interno di uno spazio ristretto e i gas possono accumularsi. In quest'ultimo caso la riuscita dell'intervento dipende dalla possibilità di avere il controllo della ventilazione. I locali batteria sono attualmente costruiti con diverse funzioni di ventilazione. Alcuni locali batteria sono dotati di ventilatori che estraggono il fumo dalla stanza o di condotti di scarico dedicati, progettati per incanalare il gas fuori dalla stanza. Altri utilizzano sistemi di gas soppressori che sigillano ermeticamente il vano batterie e quindi contribuiscono all'accumulo di gas nella stanza". E prima di iniziare la ventilazione, è "essenziale essere consapevoli della concentrazione di gas nella stanza".

Rimandiamo alla lettura integrale della tesi che riporta molti altri dettagli importanti sul contenimento, sui metodi di estinzione e propone una interessante analisi di vari mezzi estinguenti (acqua, schiume, F 500, coperte antincendio, dispersione acquosa di vermiculite, sistemi antincendio automatici a sprinkler, sistemi a diluvio, sistemi di nebulizzazione d'acqua, sistemi Water Mist, sistemi antincendio a schiuma, polvere, sistemi di aerosol condensati, sistemi a gas estinguente, ...).

RTM

Scarica il documento da cui è tratto l'articolo:

" La valutazione del rischio incendio legato alla presenza di batterie al litio su attrezzature di movimentazione in ambienti industriali", anno accademico 2023-2024, tesi di Silvia Turci per il Master universitario di I livello in "Sicurezza e prevenzione nell'ambiente di lavoro" (Dipartimento di scienze giuridiche) presso Alma Mater Studiorum - Università di Bologna (formato PDF, 3.42 MB).

*La tesi è scaricabile anche attraverso il portale " Biblioteca Tesi Sicurezza" in cui sono presenti gli elaborati che hanno partecipato al "**Premio tesi di laurea**".*



Licenza [Creative Commons](#)

I contenuti presenti sul sito PuntoSicuro non possono essere utilizzati al fine di addestrare sistemi di intelligenza artificiale.

www.puntosicuro.it