

BATTERIE DI TRAZIONE: formazione e consapevolezza

Recenti episodi di cronaca hanno riaperto il dibattito sulla sicurezza delle batterie al litio che equipaggiano i veicoli elettrici e sulla corretta gestione delle stesse. La formulazione di un modulo formativo per i manutentori del settore rappresenta l'occasione per analizzare quali siano le competenze e gli strumenti necessari

Come noto, il litio (simbolo chimico Li) è il terzo elemento della tavola periodica; ha peso specifico pari a 0,535 kg/dm³ rispetto ai 11,340 kg/dm³ del piombo, da cui l'evidente vantaggio delle batterie al litio in termini di densità energetica. Si tratta del primo elemento solido e del primo metallo ed è dunque il più leggero elemento solido esistente a temperatura e pressione ambiente; possiede la caratteristica di reagire violentemente con l'acqua tramite la reazione $2Li + 2H_2O = 2LiOH + H_2$.

Elemento fondamentale ai fini di questa trattazione, una batteria al litio può scoppiare se surriscaldata o caricata eccessivamente: essa richiede pertanto diversi sistemi di sicurezza al suo interno (interruttore termico e valvola di sfogo) i quali rappresentano elementi critici poiché anch'essi soggetti a guasti e malfunzionamenti.

Va detto che le batterie al litio non rappresentano un'innovazione tecnologica, risalendo la sua invenzione al 1972 grazie al fisico, matematico e ingegnere statunitense John Bannister Goodenough (morto quest'anno all'età di 100 anni), allo statunitense Michael Stanley Whittingham e al giapponese Akira Yoshino, insigniti nel 2019 del Premio Nobel per la chimica "per lo sviluppo delle batterie agli ioni di litio".

Da allora sono state sviluppate molte versioni di batterie, con una continua ricerca anche verso una maggiore stabilità non sempre for-

tunata casi di scoppio ed incendio su cellulari, PC, tablet, ecc. sono ben noti alle cronache. Semplificando, eccessivi stress meccanici, elettrici e termici causano cortocircuiti interni che generano calore; questo calore è causa a sua volta di altri cortocircuiti in una reazione a catena chiamata «thermal runaway» o «deriva termica»: il calore che si genera aumenta esponenzialmente e diventa molto maggiore di quello che la batteria riesce a dissipare. Il fenomeno è concettualmente analogo alla fusione del nocciolo di una centrale nucleare in seguito alla perdita del controllo della reazione di fissione nucleare, pur senza evidentemente rilascio di radiazioni dannose.

Con le batterie di trazione per veicoli, il tema ha assunto maggiore complessità, poiché soccorsi e soccorritori sono ancora grandemente impreparati rispetto a questo tipo di fenomeni: ben noto un filmato apparso sulla piattaforma youtube in cui il capo dei pompieri di una località austriaca si dichiarava sorpreso di averlo dovuto utilizzare 35 uomini e settemila litri d'acqua per spegnere l'incendio di una Tesla che aveva visto tre successive riaccensioni.

Anche in Italia ha destato scalpore la notizia dell'incendio di una Renault Zoe che ha completamente distrutto una villetta in Veneto.

Principali tipi di batterie in uso

La ricerca è - per sua natura - in continuo divenire e diversi materiali (dal cloruro di



Alessandro Sasso,
Coordinatore
Sezione
Trasporti,
A.I.MAN.

sodio al grafene, passando ad alcuni tipi di sabbie), sono oggetto di studio applicativo per definirne il corretto ambito di utilizzo. Dal punto di vista del mercato, tuttavia, alle tradizionali batterie al piombo tuttora diffuse per il loro basso costo, si sono affiancate altre soluzioni ciascuna con il suo campo di specializzazione:

- **Litio-Cobalto-Ossido** (LiCoO_2) - Le batterie al litio con chimica LCO sono le meno recenti, impiegate soprattutto in taglie piccole per dispositivi elettronici, **smartphone**, **laptop** e sono formate da un catodo in ossido di cobalto (elettrodo positivo) e un anodo in carbonio di grafite (elettrodo negativo). Ai vantaggi di possedere un'alta energia specifica e sopportare la ricarica rapida, si contrappongono i già descritti problemi di sicurezza (surriscaldamento), una corrente di scarica bassa e la presenza di cobalto (costoso e con problemi etici di estrazione).
- **Litio-Manganese-Ossido** (LiMn_2O_4) - Le batterie al litio con chimica LMO si comportano in modo molto simile a quelle che sfruttano la tecnologia LCO. Trovano infatti largo impiego in piccoli dispositivi come, ad esempio, gli elettroutensili (trapani, avvitatori, ecc.) o le biciclette elettriche. Sono formate da un catodo in ossido di manganese e un anodo in grafite. Possono fornire molta energia in breve tempo ed hanno

una stabilità termica superiore alle LCO, ma possiedono capacità inferiore rispetto ai sistemi a base di cobalto.

- **Litio-Ferro-Fosfato** (LiFePO_4) - La chimica LFP è la migliore per il **settore industriale**, ambito in cui non sono richieste energie specifiche eccessive, ma dove c'è bisogno di una sicurezza molto elevata e di lunghi cicli di vita. Parliamo quindi di un mondo molto vasto, che va dall'automazione, alla robotica, logistica, costruzione, agricoltura, nautica, i **veicoli elettrici**, fino ad arrivare a mezzi aeroportuali, piattaforme aeree e mezzi speciali. Sono le più sicure e stabili esistenti e sono disponibili in formati di grandi dimensioni per applicazioni su veicoli pesanti e impieghi «heavy duty». Possono raggiungere i 4.000 cicli di carica se supportate da un buon BMS (Battery Management System) con una curva di scarica piatta, garantendo alle macchine e ai veicoli industriali le medesime performance dall'inizio alla fine della scarica. Il piccolo svantaggio è che a causa della forma della curva di scarica piatta, la lettura delle sole tensioni, rende più complicato determinare il corretto SOC (stato di carica). Molte case automobilistiche hanno deciso di utilizzare la chimica LFP per l'elettificazione dei propri mezzi, fra le quali Tesla, BYD, Volkswagen e tanti altri grandi nomi del mondo automotive.
- **Nichel-Manganese-Cobalto** ($\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$) - Le batterie con chimica NMC restano ad oggi le più frequentemente utilizzate nel **settore automotive** e si distinguono per la diversa percentuale di cobalto esistente (tipicamente dal 10 al 33%): anche nell'evoluzione della tecnologia NMC ci si è posti l'obiettivo di ridurre quanto più possibile tale materiale, ma non è semplice perché lo stesso conferisce stabilità al sistema e aumenta i cicli di vita. Le NMC Rappresentano la soluzione più recente, con il vantaggio di un'energia specifica molto elevata, fino a 220-240 Wh/kg.
- **Nichel-Cobalto-Alluminio** (LiNiCoAlO_2) - Oltre alle NMC, le batterie con chimica NCA vengono anch'esse utilizzate in ambito automotive. La struttura delle celle NCA assomiglia molto a quella delle NMC 811, con un'elevata percentuale di nichel e un basso contenuto di cobalto e alluminio. Per la loro grande capacità di immagazzinare energia, le batterie al litio NCA sono spesso utilizzate in blend con le chimiche NMC,



per ottenere un compromesso tra densità energetica, sicurezza e stabilità. Il vantaggio è l'altissima densità energetica, fino a 250-300 Wh/kg, a fronte di una "sicurezza" leggermente inferiore rispetto alle NMC.

- **Litio titanato (Li₄Ti₅O₁₂)** - È una chimica relativamente nuova che sembra molto promettente sotto vari aspetti. Lavora con basse tensioni interne e in assenza di stress meccanico, subendo quindi pochissimo degrado dovuto all'uso. Si presta pertanto ad impieghi su macchinari e veicoli con utilizzi molto intensi. I vantaggi risiedono in una durata in termini di cicli di carica estremamente superiore alle altre tecnologie e fino a 15.000-20.000 cicli, nell'ampio range di temperature di funzionamento e nella capacità di sopportare cariche e scariche ad alta potenza. Anche questo tipo di batterie hanno i veicoli stradali quale campo applicativo.



Come comportarsi

Un "tool" indispensabile in officina, al di là della sua obbligatorietà per legge, è l'adeguamento del Documento di Valutazione dei Rischi rispetto ai rischi elettrico, chimico e incendi.

Le raccomandazioni qui possibili per chi gestisce un'officina sono sintetizzabili in pochi ma fondamentali punti:

- Monitorare attentamente la temperatura delle batterie di trazione ogniqualevolta si possano presupporre i già citati stress chimici, termici, elettrici, che tipicamente avvengono a seguito di sinistri/incidenti e accadimenti simili. Per far ciò, anche a causa della presenza di vani batterie climatizzati, è preferibile l'impiego di una termocamera rispetto a quello di un termometro a raggi infrarossi, che fornisce misure troppo puntuali.
- In caso di veicoli che abbiano effettivamente subito un sinistro stradale significativo, occorre parcheggiarli in una "safe area" appositamente individuata, contrassegnata da apposite indicazioni, lontana da altri veicoli o elementi infiammabili e facilmente raggiungibile dai camion dei Vigili del Fuoco
- Formare il personale rispetto ai pericoli derivanti dall'incendio di batterie al litio, istruendolo altresì su come comportarsi in caso di incendio delle stesse

Infine, ogniqualevolta ci si trovi a trattare importanti quantità di batterie in conseguenza

del naturale processo di crescita nel numero di veicoli in circolazione, occorre dotarsi di una Istruzione Operativa di Sicurezza specifica, che deve contenere al minimo le seguenti lavorazioni:

- Verifica della documentazione
- Stoccaggio e indicazioni per la conservazione
- Movimentazione
- Preparazione della batteria per l'installazione
- Installazione della batteria
- Carica della batteria
- Manutenzione delle batterie durante il servizio
- Misure per il rilascio accidentale di sostanze
- Misure da adottare in caso di sinistri e/o incendi
- Smaltimento / invio al riciclo

In sintesi, prima di partire

L'intera struttura di manutenzione deve essere debitamente formata su rischi elettrico, chimico e incendio dovuto alla presenza in officina delle batterie di trazione.

Sono diversi e fondamentali gli accorgimenti che consentono ad un'officina di qualificarsi come "ready" per la manutenzione di veicoli elettrici.

La consapevolezza del tema che deriva dalla formazione e dall'esperienza rappresenta però, ancora una volta, lo strumento primo per la prevenzione dei rischi. □