

Batterie: ieri, oggi, domani

LE BATTERIE STANNO EVOLVENDO MOLTO RAPIDAMENTE, CONTRIBUENDO A RENDERE LE AUTO ELETTRICHE SEMPRE PIÙ PERFORMANTI IN TERMINI DI AUTONOMIA E VELOCITÀ DI RICARICA. ECCO UNA PANORAMICA DELLE SOLUZIONI E DELLE TECNOLOGIE CHE PROMETTONO DI RIVOLUZIONARE IL SETTORE

DI FEDERICA MUSTO

La batterie sono ormai indispensabili per la vita quotidiana. Introdotta nel 1800 (Volta inventò la Pila nel 1799), nella loro versione agli ioni di litio sono diventate di uso comune da oltre 30 anni. Naturalmente nel tempo la ricerca ha sviluppato diverse chimiche e sperimentato la reazione di molteplici elementi (ultimamente anche grazie all'impiego dell'AI), con l'obiettivo di migliorarne, di volta in volta, stabilità, durata, densità gravimetrica, ed economicità.

Con l'introduzione delle batterie in sistemi complessi come i veicoli elettrici, dove la batteria è composta da più moduli e centinaia di celle in serie e parallelo, è stato necessario dotarle di un BMS, Battery Management System, che ne controllasse e ne gestisse costantemente i processi: carica e scarica, corrente, potenza, tensione, temperatura e talvolta anche valori di umidità. Le batterie sono diventate dei sistemi estremamente sofisticati, la cui chimica è in costante evoluzione, tanto da potersi ritenere uno dei settori industriali più prolifici sia in termini di occupazione sia di investimenti nell'industria dei prossimi decenni.

Lo stato dell'arte delle batterie

Le batterie al litio non sono tutte uguali. La diversa chimica permette loro di avere caratteristiche differenti e specifiche per le molte situazioni in cui sono impiegate. Una delle prime chimiche ancora molto diffusa è la Litio Cobalto Ossido (LCO) caratterizzata da un'alta energia gravimetrica, ovvero capace di immagazzinare una grande quantità di energia per unità di massa, e di caricarsi in poco tempo. È la chimica ideale per batterie medio-piccole (su dimensioni maggiori ci sarebbero limiti legati stabilità termica e dunque alla sicurezza) e molto utilizzate, dunque impiegata soprattutto nei device come smartphone e tablet da cui ci si aspetta performance elevate. Un'altra chimica largamente impiegata in dispositivi che richiedono batterie dalle dimensioni limitate è la LMO, Litio

Manganese Ossido. Viene scelta in particolare per sistemi che necessitano velocità di scarica elevate (anche 10C), come le e-bike o i trapani elettrici. Essendo priva di cobalto questa chimica è tuttavia limitata in termini densità energetica.

Passando invece alle batterie di grande formato, sono tre le chimiche a oggi più utilizzate. Le prime due sono a base nichel: Nichel Cobalto Alluminio (NCA) e Nichel Manganese Cobalto (NMC). Il nichel infatti contribuisce ad aumentare la densità energetica della batteria, il che ha reso per lungo tempo queste due chimiche le più utilizzate in ambito automotive. Se da un lato la NCA, principalmente scelta da Tesla, grazie alla sua alta percentuale di nichel (circa l'80%) determina un'elevata autonomia del veicolo; dall'altra le NMC hanno il vantaggio di un maggiore equilibrio tra densità energetica, durata e sicurezza, e possono vedere diverse proporzioni tra gli elementi, fino a 811 dove il nichel raggiunge l'80%.

Negli ultimi anni sempre più diffusione ha avuto anche la terza chimica, ovvero la Litio Ferro Fosfato (LFP). Si tratta della chimica più stabile, sicura e longeva, che supera tranquillamente i 4.000 cicli completi. Inoltre la curva di scarica disegnata da queste batterie rimane piatta e mantiene dunque una tensione molto simile tra il 100% e lo 0%, garantendo così le medesime prestazioni lungo tutto il tempo di utilizzo. Infine la completa assenza di cobalto rende questa chimica tra le più sostenibili sia in termini di costo sia in termini socio-ambientali. Tutti questi motivi hanno garantito alle LFP un prolifico filone di ricerca, che negli ultimi anni ha portato questa chimica a raggiungere densità energetiche tali da renderla non solo la prediletta nel settore industriale, ma anche scelta per molti modelli di veicoli.

Novità: LFP tra densità energetica e potenza di carica

Negli ultimi anni la chimica LFP è stata al centro dei reparti R&D di molte industrie di settore. Prime tra queste le due principali aziende produttrici di batterie al mondo: CATL e BYD. Al Salone di

Pechino 2024 CATL ha presentato la sua nuova Shenxing Plus, una batteria FLP con una potenza di ricarica elevatissima, capace di ricaricare 600 km in soli 10 minuti. Immaginando una batteria di dimensioni medie si tratterebbe di raggiungere un C-rate di 4C, ovvero di raggiungere una potenza 4 volte superiore alla sua capacità nominale durante la fase di carica, diminuendo così in maniera drastica i tempi di attesa. Parlando di autonomia complessiva, inoltre, i dati dichiarati dal ciclo di omologazione cinese CLTC (che - va ricordato - è meno rigoroso e più fiducioso rispetto al nostro WLTP) parlano di punte di 1.000 km. Tutto questo grazie a una innovazione tecnologica dell'anodo, realizzato con un materiale a nido d'ape 3D che ne migliora la densità energetica e sopporta l'alto C-rate grazie a un maggiore controllo dell'espansione dovuta ai cicli di carica e scarica. Questa nuova batteria raggiunge così una densità gravimetrica di 205 Wh/kg, e grazie alla tecnologia cell-to-body 3.0 viene migliorata anche l'efficienza del volume di circa il 7%. Impiegata come CATL nell'aumentare la velocità di ricarica è anche la cinese Gotion che ha annunciato una nuova batteria con capacità di ricarica in 5C. Per una batteria da 50 kW si tratterebbe di raggiungere una potenza di ricarica di ben 250 kW, raggiungendo l'80% in meno di 10 minuti. La tecnologia non è stata ampiamente descritta, ma sarebbe applicabile a diverse tipologie di batterie, sia per dimensioni sia per chimica.

Anche BYD ha recentemente annunciato la nuova generazione della sua Blade Battery, con celle LFP lunghe quanto tutta la larghezza del pacco batteria da cui il nome "blade", spada. Grazie a questa struttura viene semplificata la modalità di assemblaggio e migliorata la gestione del volume complessivo dell'accumulatore.

Il costruttore ha dichiarato che questa seconda generazione di batterie, in arrivo ad agosto 2024, sarà in grado di raggiungere i 190 Wh/kg, contro i 150 Wh/kg delle batterie di generazione precedente: un aumento di oltre il 26%. Sia le batterie di CATL sia quelle di BYD mostrano significativi





LE TECNOLOGIE IN VIA DI SVILUPPO

» **Shenxing Plus:** il progetto con cui CATL sta sviluppando una batteria FLP con una potenza di ricarica elevatissima, capace di ricaricare 600 km in soli 10 minuti. Parlando di autonomia complessiva, inoltre, i dati dichiarati dal ciclo di omologazione cinese CLTC parlano di punte di 1.000 km.

» **Blade Battery:** BYD sta sviluppando una soluzione con celle LFP lunghe quanto tutta la larghezza del pacco batteria da cui il nome "blade", spada. Grazie a questa struttura viene semplificata la modalità di assemblaggio e migliorata la gestione del volume complessivo dell'accumulatore.

» **Anodi al silicio:** La startup californiana Coreshell avrebbe sviluppato una specie di rivestimento elastico dell'anodo in grado di contenere le deformazioni. In questo modo, se applicata alle batterie LFP, questa tecnologia sarebbe in grado di aumentarne la densità energetica senza tuttavia gravare sul costo.

» **Stato solido:** Gotion ha annunciato che il modello di batteria allo stato solido a cui sta lavorando sarà in grado di raggiungere una densità energetica di 350 Wh/kg (circa un +40% rispetto alle attuali chimiche NMC che raggiungono i 240-250 Wh/kg), e che raggiungerà standard di sicurezza superiori rispetto a quelli ottenuti dai competitor.

progressi nella chimica LFP, sebbene con un focus su diverse aree. Se CATL con le sue Shenxing Plus punta su una ricarica ultraveloce e sull'alta densità energetica, adatta per chi necessita di ricariche rapide e frequenti; BYD con le Blade Battery di seconda generazione si concentra su una maggiore densità energetica e una costruzione efficiente, mirata a offrire autonomia estesa e costi ridotti.

Un'altra news interessante relativa a un'innovazione tecnologica capace di aumentare la densità energetica della chimica sulla quale viene applicata - anche LFP - è quella presentata da Coreshell, una startup californiana specializzata nella produzione di materiali per batterie. Si tratta di una soluzione che rende possibile utilizzare il silicio nell'anodo al posto della grafite senza che questo si deformi nei processi di carica e scarica. Il silicio infatti permette di aumentare la densità energetica, ma tende ad espandersi durante la fase di carica, quando gli ioni di litio si inseriscono nel reticolo cristallino del silicio, divenendo anche tre volte il volume originale.

Durante la fase di scarica poi l'anodo si contrae. La startup avrebbe sviluppato una specie di rivestimento elastico dell'anodo in grado di contenere le deformazioni, che sarebbe disponibile ad un prezzo ragionevole. In questo modo, se applicata alle LFP, questa tecnologia sarebbe in grado di aumentarne la densità energetica senza tuttavia gravare sul costo - uno dei punti forti di questa chimica. Inoltre, a differenza della grafite che viene prodotta per il 75% in Cina, l'approvvigionamento di silicio è facilmente possibile anche negli USA.

E lo stato solido a che punto è?

"Guru" di tutti i produttori di veicoli elettrici e annunciato da quasi tutte le aziende di settore, le batterie al litio metallico non sono oggi ancora realtà. Molte sono le alleanze che vanno creandosi per unire know how e capitali e riuscire a portare sul mercato la prima vera batteria allo stato solido. Factorial

Energy - sviluppatore americano supportato da Mercedes-Benz, Hyundai e Stellantis - ha recentemente siglato un accordo con LG Chem al fine di accelerare lo sviluppo di materiali per le batterie allo stato solido. Nissan conferma di voler introdurre le batterie allo stato solido per i propri veicoli nel 2028 e per questo nel 2025 avvierà la linea di produzione nella nuova fabbrica di Yokohama, in Giappone; sulla stessa linea d'onda Volkswagen che dopo gli investimenti in QuantumScape per la produzione della batteria a litio metallico con l'architettura di cella flessibile chiamata FlexFrame - in grado cioè di resistere alle deformazioni dei cicli di carica e scarica - che però sembra accumulare ritardo, ha avviato le trattative anche con Blue Solutions. Tutti i giganti ci stanno lavorando. Samsung vorrebbe avviare la produzione della sua batteria con elettrolita ceramico senza anodo in grado di aumentare del 40% la densità energetica delle celle prismatiche entro il 2026. La sopracitata Gotion ha annunciato che il modello allo stato solido a cui sta lavorando sarà in grado di raggiungere una densità energetica di 350 Wh/kg - circa un +40% rispetto alle attuali chimiche NMC che raggiungono i 240-250 Wh/kg), e che raggiungerà standard di sicurezza superiori rispetto a quelli ottenuti dai competitor. Timing? Non prima del 2030. Più vicino lo stato semisolido. Al Salone dell'Auto di Shanghai 2023 CATL aveva annunciato la sua Condensed Battery allo stato semisolido dalla densità record di 500 Wh/kg; e così NIO, che l'anno scorso aveva riferito la messa sul mercato della sua batteria allo stato semisolido da 150 kWh, 360 Wh/kg e 1.000 km di autonomia nata dalla collaborazione con WeLion. Infine sempre di elettrolita semisolido si tratta per la batteria della nuova IM L6, messa a maggio sul mercato dalla cinese IM Motors. Un'architettura da 900 V con potenza di ricarica fino a 400 kW e una tecnologia che per quanto sia etichettata dal produttore come "allo stato solido", presenta un elettrolita che unisce una componente fluida

e una solida, rendendola di fatto anch'essa semisolido.

Dunque quanto manca ancora per il vero stato solido? Secondo Bob Galyen, ex CTO di CATL almeno 7 anni. Questo perché vanno considerati non solo i tempi di sviluppo ma anche l'ingegnerizzazione e la messa a terra di una filiera su larga scala. Inoltre i passi da gigante che ha compiuto negli ultimi anni la tecnologia agli ioni di litio ha reso sempre più sfidante la scommessa dello stato solido. Perché questa tecnologia sia effettivamente vincente dovrà vedere risolti i suoi limiti intrinseci come la stabilità e il basso numero di cicli vita, ma anche mantenere la promessa dei costi concorrenziali e il gap di prestazioni rispetto alle soluzioni oggi già in uso e in continuo perfezionamento.

Nel dubbio lo Stato cinese ha deciso di stanziare un fondo da circa 800 milioni di euro per supportare le aziende con i migliori progetti sul litio metallico. Tra queste CATL, BYD ma anche WeLion. Chi ci arriverà per prima? 