



Contribution ID: 437

Type: **Presentazione orale**

Legge di danneggiamento per la correlazione tra danno microstrutturale e degrado macroscopico in elettrodi per batterie al litio

Thursday 3 September 2026 09:45 (15 minutes)

La propagazione della frattura negli elettrodi delle batterie agli ioni di litio rappresenta uno dei meccanismi di degrado responsabili della perdita di performance delle celle, in combinazione con i fenomeni elettrochimici. Essa è causata dalle tensioni meccaniche alternate indotte dall'interazione degli ioni litio con il materiale attivo degli elettrodi, durante i cicli di carica e scarica della batteria. Tuttavia, la caratterizzazione sperimentale diretta della propagazione della frattura nell'elettrodo risulta particolarmente complessa, a causa dell'inaccessibilità dell'elettrodo stesso durante il funzionamento della batteria e l'impossibilità di controllare il fenomeno con setup sperimentali costruiti ad hoc, diversamente da come si opera con i provini convenzionali.

In questo lavoro viene presentata la legge di danneggiamento implementata nel software per la previsione del degrado di batterie al litio POLIDEMO, formulata in analogia alla legge di Paris impiegata nella meccanica della frattura classica. In luogo del tasso di crescita della cricca, difficilmente misurabile negli elettrodi delle batterie agli ioni di litio per i motivi illustrati in precedenza, il modello descrive l'evoluzione di un indicatore macroscopico di danneggiamento associato alla perdita di materiale attivo (Loss of Active Material, LAM). Il LAM è la causa diretta della propagazione della frattura, che ha l'effetto di isolare porzioni di materiale attivo non più disponibile a reagire con gli ioni litio. Tale approccio consente di correlare direttamente il danneggiamento microstrutturale indotto dagli stress meccanici con un indicatore facilmente calcolabile mediante metodi come la Differential Voltage Analysis (DV) e Differential Deformation Analysis (DD), sviluppata dagli autori, applicati a semplici cicli di carica o scarica. L'elemento innovativo del metodo risiede quindi nella possibilità di valutare un fenomeno microscopico non direttamente osservabile attraverso un indicatore macroscopico facilmente misurabile e quantitativamente correlato al danneggiamento microstrutturale.

La legge proposta è stata validata su differenti dataset di aging acquisiti a diverse correnti operative, mostrando un'elevata capacità di riprodurre l'evoluzione sperimentale del danneggiamento, che risulta funzione del numero di cicli di carica/scarica e direttamente proporzionale alla corrente impiegata. Infatti, i risultati evidenziano come il contributo della frattura risulti principalmente governato dallo stato tensionale indotto dalla corrente applicata, confermando la coerenza fisica dell'approccio proposto.

Il metodo sviluppato fornisce quindi uno strumento computazionalmente efficiente e sperimentalmente verificabile per integrare gli effetti della degradazione meccanica nei modelli elettrochimici di batteria, fondamentale per lo sviluppo di modelli di previsione del degrado robusti e affidabili.

Primary authors: CLERICI, Davide (politecnico di torino); Dr PISTORIO, Francesca (Politecnico di Torino); Dr SCALZO, Salvatore (Politecnico di Torino); MARTELLI, Salvatore (Politecnico di Torino); MOCERA, FRANCESCO (POLITECNICO DI TORINO); SOMA', Aurelio (Politecnico di Torino)

Presenter: CLERICI, Davide (politecnico di torino)

Session Classification: Fatica e Frattura

Track Classification: Fatica e Frattura