

Litija jonu bateriju novecošanās novēršana ar Al₂O₃ pārklājuma palīdzību

Līga Britāla^{1,2}, Maris Knite², Gints Kučinskis¹

¹Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

²Rīgas Tehniskās universitātes Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultāte

Tā kā litija jonu baterijas (LJB) satur kaitīgas vielas (kobalts, organisks elektrolīts), retāka to utilizēšana mazinātu apdraudējumu videi. Līdz ar to bateriju mūža paildzināšana ir svarīgs attīstības virziens. LJB novecošanās cēloņu ir daudz, un tie ir saistīti galvenokārt ar anoda, katoda un elektrolīta degradāciju. Kā galvenie cēloņi var tikt minēti litija izsēšanās uz anoda, kas noved pie litija krājumu zuduma, katoda un anoda strukturālā degradācija, kas noved pie elektroķīmiski aktīvā materiāla zuduma, un elektrolīta blakusproduktu kārtiņas (SEI) veidošanās uz abu elektrodu virsmas, kas noved pie iekšējās pretestības palielināšanās baterijā. Turklāt degradācijas procesi baterijās mijiedarbības rezultātā cits citu pastiprina¹. Piemēram, no plaši izmantotā LiNi_xCo_yMn_{1-x-y}O₂ (NCM) katoda virsmas slāņainas-spineļa-kubiskas fāžu pārejas rezultātā izdalītais skābeklis destruktīvi reaģē ar elektrolītu, veidojot cietus blakusproduktus, kas piedalās katodiskā SEI jeb CEI veidošanā. Kopumā bateriju degradāciju lielā mērā ietekmē tieši katoda nestabilitāte. Līdz ar to tās novēršana ir būtiska bateriju mūža paildzināšanā. Šajā darbā tiek izstrādāta ķīmiska metode Al₂O₃ pārklājuma sintēzei uz LiNi_{0.33}Co_{0.33}Mn_{0.33}O₂ (NCM111) katodmateriāla degradācijas novēršanai, un un izveidotas LJB pusšūnas ar uzlabotu stabilitāti. Kā arī tiek apskatīta paša sintēzes procesa (bez alumīnija izejvielas pievienošanas) ietekme uz katoda stabilitāti, un izvērtēts sintēzes procesa vs. pārklājuma sniegums stabilitātes uzlabošanā.

Ageing prevention of Li-ion batteries by Al₂O₃ coating

Līga Britāla^{1,2}, Maris Knite², Gints Kucinskis¹

¹Institute of Solid State Physics, University of Latvia

²Faculty of Natural Sciences and Technology, Riga Technical University

Since lithium-ion batteries (LIB) contain harmful chemicals (cobalt, organic electrolyte), disposing of them less frequently would greatly reduce environmental impact. Therefore, extending the lifetime of batteries is an important research direction.

The origin of LIB aging is multifaceted and mainly related to the degradation of the anode, cathode, and electrolyte. The major battery degradation mechanisms include lithium deposition on the anode leading to loss of lithium inventory, structural degradation of the cathode and anode leading to loss of electrochemically active material, and formation of an electrolyte by-product layer (SEI) on the surface of both electrodes leading to an increase in the internal resistance of the battery. In addition, degradation processes in batteries can interact, amplifying one another¹. For example, oxygen released from the widely used LiNi_xCo_yMn_{1-x-y}O₂ (NCM) cathode as a result of the layered-spinel-rock salt surface phase transition detrimentally reacts with the electrolyte, forming solid by-products that participate in the formation of the cathodic SEI or CEI. In general, the degradation of batteries is largely influenced by the instability of the cathode. Therefore, its prevention is essential in prolonging battery lifetime.

In this work, a wet-chemical synthesis method for coating Al₂O₃ on LiNi_{0.33}Co_{0.33}Mn_{0.33}O₂ (NCM111) to prevent the degradation of the cathode material is developed, and LIB half-cells with improved stability are produced. Additionally, the influence of the synthesis procedure itself (without the addition of aluminium raw material) on the stability of the cathode is examined, and the effect of synthesis procedure vs. coating is evaluated as a means of improving battery longevity.

The financial support of M-Era.net project 10341 “Inert Coatings for Prevention of Ageing of NMC Cathode for Lithium-Ion Batteries” (InCoatBat) is greatly acknowledged.

References:

1. Britala, L., Marinaro, M. & Kucinskis, G. A review of the degradation mechanisms of NCM cathodes and corresponding mitigation strategies. *J. Energy Storage* **73**, 108875 (2023).