

Al₂O₃ aizsargpārklājums Na_{0,67}MnO₂ katodmateriālu dzīvildzes pagarināšanai Na jonu baterijās.

Rita Leimane^{1,2}, Mark Leemhuis², Aniel Koendjibharie², Līga Maskova¹, Gints Kučinskis¹
¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*
²*Hāgas Lietišķo zinātņu Universitāte*

Nātrija jonu baterijas (NJBs) ir daudzsoluša alternatīva plaši izmantotajām litija jonu baterijām, primāri izejmateriālu pieejamības dēļ. Tomēr viens no lielākajiem izaicinājumiem NJB ir aktīvā materiāla strukturālā stabilitāte un tā degradācijas novēršana. Degradācija galvenokārt notiek materiāla fāžu pārejas un elektrolītā sadalīšanās dēļ baterijas uzlādes-izlādes laikā^{1,2}. Fāžu pāreja, ko izraisa Mn³⁺/Mn⁴⁺ redoksreakcija, noved pie strukturālām pārmaiņām aktīvajā materiālā, kas kavē Na⁺ jonu difūziju, savukārt elektrolīta sadalīšanās pie augstiem spriegumiem veicina blakusreakcijas ar aktīvo materiālu, kas paātrina Mn izšķīšanu, apdraudot katoda stabilitāti.

Šobrīd aizsargpārklājumi tiek plaši pētīti un izmantoti litija jonu baterijās, lai aizsargātu katoda materiālu no degradācijas, uzlabotu strukturālo stabilitāti un paaugstinātu elektroķīmisko veiktspēju³. Al₂O₃ pārklājums uz LiNi_xCo_yMn_zO₂ (NCM) katodmateriāliem būtiski uzlabo ciklēšanas stabilitāti un mazina lādiņietilpības zudumus ilgstošas ciklēšanas laikā⁴.

Šajā pētījumā ķīmiskā pārklāšanas metode, kas iepriekš veiksmīgi demonstrēta uz NCM111 katodmateriāla⁴, tiek pielāgota Al₂O₃ aizsargpārklājuma sintēzei uz Na_{0,67}MnO₂ katodmateriāla NJB. Nepārklātā un pārklātā materiāla struktūra un morfoloģija tika analizēta, izmantojot rentgenstaru difrakciju (XRD) un skenējošo elektronu mikroskopu (SEM). Materiāla elektroķīmiskās īpašības tika novērtētas, saliekot un galvanostatiski ciklējot NJB pusšūnas.

Al₂O₃ protective coating for cycle life extension of Na_{0,67}MnO₂ cathode material in Na ion batteries.

Rita Leimane^{1,2}, Mark Leemhuis², Aniel Koendjibharie², Līga Maskova¹, Gints Kucinskis¹
¹*Institute of Solid-State Physics, University of Latvia*
²*The Hague University of Applied Sciences*

Sodium-ion batteries (SIBs) represent a promising alternative to lithium-ion batteries due to the utilization of more cost-effective and widely available raw materials. One of the primary challenges in SIBs is ensuring the structural stability of the cathode material and protecting the electrode against degradation. Degradation mainly occurs due to phase transformations and electrolyte decomposition during repeated charge-discharge cycles^{1,2}. The phase transition, driven by the Mn³⁺/Mn⁴⁺ redox process, induces structural distortions that hinder Na⁺ ion diffusion pathways, while electrolyte decomposition at high voltages promotes side reactions with the active material that accelerate Mn dissolution, ultimately compromising cathode stability.

Currently, protective coatings on cathode materials are extensively studied and applied in Li-ion batteries to protect the cathode material from degradation, enhance its structural stability, and improve electrochemical performance³. The application of an Al₂O₃ coating on LiNi_xCo_yMn_zO₂ (NCM) cathode materials notably enhances their cycling stability and reduces capacity loss over prolonged cycling⁴.

In this study, a wet-chemical coating method demonstrated on NCM111 cathode material⁴ is applied for the synthesis of an Al₂O₃ protective coating on Na_{0,67}MnO₂ cathode material for SIBs. The structure and morphology of the pristine and coated material is characterized by X-ray diffraction analysis (XRD) and scanning electron microscopy (SEM). The electrochemical properties of the material were evaluated by assembling and galvanostatically cycling SIB half-cells.

¹ X. Liu, W.; Zuo, B. et al. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2019, 58, 18086.

² Zuo, W.; Yang, Y. *Acc. Mater. Res.* 2022, 3 (7), 709–720.

³ Wang, J.; Zhao, D. et al. *SSRN Electro. J.* 2022.

⁴ Maskova, L.; Ignatans, R. et al. *J. Electrochem. Soc.* 2024, 171 (10), 100520.