

«Сейфуллин оқулары – 16: Жаңа формациядағы жастар ғылыми – Қазақстанның болашағы» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 16: Молодежная наука новой формации – будущее Казахстана». - 2020. - Т.1, Ч.3 - С.142-145

ЛИТИЙ ИОНДЫ АККУМУЛЯТОРЛЫҚ БАТАРЕЯЛАРЫНЫҢ РЕСУРСЫНА ТІКЕЛЕЙ ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ

*Нәкенова С.С.,
Ускенбаев Д.Е.*

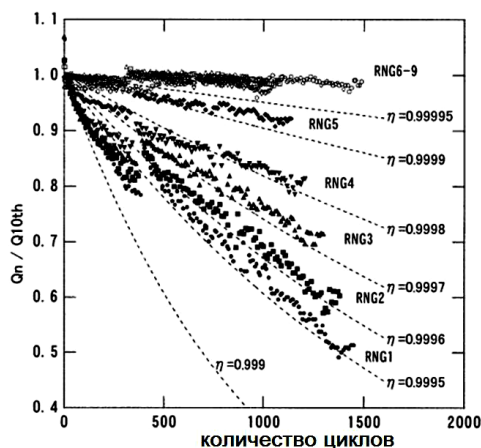
Қазіргі уақытта, химиялық ток көздерінің арасында ең кең тәжірибелік қолдану негізінен электр энергиясын автономды тұтынушыларда пайдаланылатын металл-ионды ток көздері болып табылады. Электродты материалдар ретінде сілтілі металдардың тұздары мен оксидтері (Li, Na, K) қолданылады. Егер, Na, K негізіндегі ток көздері тек қана қолданыла бастаса, онда Li негізіндегі аккумуляторлар бұрыннан қолданылады және олардың сипаттамаларын арттыру бойынша зерттеудің әртүрлі бағыттары жүргізіледі. Бұл жұмыста литиялық ток көзі бойынша зерттеулер келтірілген .

Өзін-өзі разрядтауда еріткіштің оң электродта тотығуы жүреді, әртүрлі жүйелерде процесс әртүрлі болады . Тотығу өнімдерімен электрод порттарын қағу электрод импедансының артуына және зарядталу-разрядталу кезіндегі үдерістер жылдамдығының төмендеуіне әкеледі. Сонымен қатар, өзін-өзі разрядталуға электродқа электролиттің ыдырауы; оң электрод көлеміне литийдің спонтанды енгізілуі; электрод материалының еруі механизмдер әсер етеді.

Аккумулятор батареяларының ресурсына әсер ететін факторлардың бірі өзін-өзі зарядтау болып табылады. Барлық негізгі металл-оксидті катодтар ($\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$, Li_xCoO_2 , Li_xNiO_2) қалыпты тотығу жағдайында өзін-өзі зарядтауға бейім. Өзін-өзі разрядталуда еріткіштің оң электродта тотығуы жүреді, әртүрлі жүйелерде процесс әртүрлі болады. Тотығу өнімдерімен электрод порттарын қағу электрод импедансының артуына және зарядтау-разряд кезіндегі үдерістер жылдамдығының төмендеуіне әкеледі. Бұдан басқа, өздігінен зарядтау процестеріне келесі механизмдер әсер етеді: электродта электролиттің ыдырауы; оң электродтың көлеміне литийді спонтанды енгізу; электрод материалын еріту.

Қазіргі уақытта ЛИА тұрақтылығы мәселесі ерекше қарастырылуда. Акумулятордың жүйелері: ЛИА қайта зарядтау және қайтымсыз өздігінен зарядталуы, теріс электродта металл құйманы тұндыру, электролит құрамының оң электродта тотығуы және теріс электродтардың қалпына келуі салдарынан өзгеруі, электродтардың электрохимиялық белсенділігінің төмендеуі, электродтардың белсенді материалының электрохимиялық және химиялық еруі және оның фазалық құрамының өзгеруі, тоттану салдарынан ток қайтарғыштардың бұзылуы жатады.

Коммерциялық өндірістің литий-ионды аккумуляторлық батареяларының қартаю процесі бойынша эксперименттерді алғаш рет 1995 жылы жапондық ғалымдар жүргізді, сонымен қатар кобальт оксиді (LiCoO_2) негізінде ЛИА қарастырылды. Зерттеулер бойынша басты көрсеткіштерінің бірі- сыйымдылықтың төмендеуі циклдердің санына қатысты жүретінін көрсетті (сурет. 1).



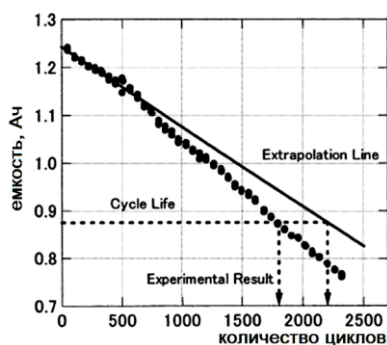
1. Сурет. Аккумуляторлық ұяшықтың бастапқы сыйымдылығының әртүрлі кернеу диапазондарында сыйымдылықтың қатынасын өзгеруі

Бұл ретте RNG1 – 5 режимдері айтарлықтай қайта зарядтауды болжады. RNG 6-9 режимдері кернеудің жұмыс диапазонында зарядталу-разрядталу болжанды (2,5 – 4 В). Кернеу сынау деңгейінен басқа төрт режимді білдіреді:

1. 8 сағат ішінде тұрақты токпен заряд, содан кейін тұрақты кернеумен (ПТ+ПН) және кейінгі разряд 8 сағат ішінде 30% дейін;

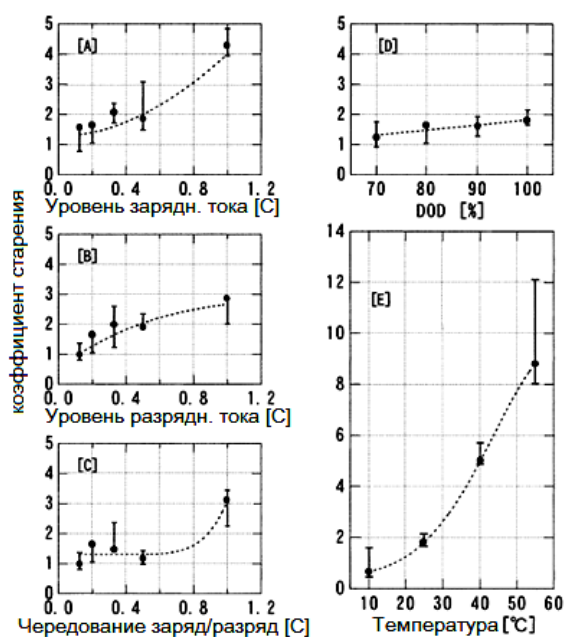
2. ПТ+ПН заряды 8 сағат ішінде және келесі разряд 8 сағат ішінде 20% дейін

3. ПТ заряды 10 сағат ішінде және келесі разряд 30% дейін 8 сағат ішінде 4. ПТ заряды 10 сағат ішінде және келесі разряд 20% дейін 5 сағат ішінде. Мұндай сынақтар кезінде циклдардың орташа саны бірінші режим үшін 1690 құрады. Есептік нәтижелердің болжамды экстраполяциясы кезінде циклдар саны шамамен 2200 құрады (сурет. 2).



2. Сурет. Экстраполяция әдісін пайдалана отырып есептеу деректерімен тәжірибелік деректерді салыстыру

Сынақ нәтижелері мен есептік деректер арасындағы айырмашылық 40%-ға жуық болды. Аккумулятор ұяшығының қартаюының жылдамдату коэффициенттері есептелді. Зарядтау-разрядтау және температуралық режимдерге байланысты қартаю коэффициенттерінің өзгеру графиктері 3-суретте көрсетілген.



3. Сурет. Әр түрлі параметрлер кезінде аккумулятор ұяшығының қартаю коэффициенттері

Бұл коэффициенттер аккумуляторлық ұяшықтардың зарядталу-разрядталуының нақты жағдайлары үшін есептелген, мұндай режим электромобильді пайдалану кезінде болжанбайды. Алайда, зерттеулер көрсеткендей, бұл факторлар литий-ионды аккумуляторлардың ресурсына тікелей әсер етеді. Электродтардың басқа химиялық құрамы бар басқа аккумуляторларда коэффициенттер әр түрлі болады. 18650 типтік өлшемдегі LiCoO₂ негізіндегі катодпен зарядталған цилиндрлік ЛИА-ны сақтау кезінде сыйымдылықтың жоғалуы циклінен басқа сыйымдылықтың қайтымсыз құлдырауы байқалады, сонымен қатар температураның және зарядталу дәрежесінің жоғарылауы жұмыс істеу дәрежесіне қатты әсер етеді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Shiva K, Singh P, Zhou W, Goodenough JB NaFe₂PO₄(SO₄)₂: a potential cathode for a Na-ion battery. Energy Environ Sci. 2016. № 9, P. 3103–3106.
- 2 Yanjun C, Youlong X, Sun Xiaofei Z, Baofeng Z, Shengnan H, Long Li L Preventing structural degradation from Na₃V₂(PO₄)₃ to V₂(PO₄)₃: F-doped

- Na₃V₂(PO₄)₃/C cathode composite with stable lifetime for sodium ion batteries. J Power Sources. 2018. № 378, P. 423–432.
3. Dong Y.Z., Zhao Y.M., Chen Y.H., He Z.F., Kuang Q. Mater. Chemistry and Physics. 2009. Vol.115. P.245–250.
 4. Kim J.-K., Cheruvally G., Ahn J.-H. // J. Solid State Electrochemistry. 2008. Vol.12. P.799–805..
 5. Doeff M.M., Wilcox J.D., Yu R., Aumentado A., Marcinek M., Kostecki R. // J. Solid State Electrochem. 2008. Vol.12. P.995–1001.