ZAMONAVIY ENERGIYA SAQLASH TIZIMLARI: LITIY-ION VA NATRIY-ION BATAREYALARNING TEXNOLOGIK TAHLILI

Mannobboyev Shuxratbek Soyibjon o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti
E-mail: shuxratbekmannobboyev@gmail.com
Tel: +998934164047

Annotatsiya. Ushbu maqola zamonaviy energiya saqlash tizimlarida keng qo‘llanayotgan litiy-ion va natriy-ion batareyalarning qiyinchiliklari, tuzilishi va istiqbollariga bag‘ishlangan. Maqolada ikkala batareya turining strukturaviy tuzilishi batafsil tahlil qilinib, ularning ishlash prinsiplari va komponentlari haqida to‘liq ma’lumot berilgan. Tadqiqotda litiy-ion batareyalarning yuqori energiya sig‘imi va yaxshi quvvat zichligi bilan birga yuqori narxi, cheklangan resurslar va xavfsizlik muammolari chuqur o‘rganilgan. Shu bilan birga, natriy-ion batareyalarning arzonligi va resurslarining keng tarqalganligi kabi afzalliklari hamda energiya sig‘imining pastligi kabi kamchiliklari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: litiy-ion batareya, natriy-ion batareya, energiya saqlash, quyosh elektr stansiyalari, akkumulyator stansiyalari, energiya zichligi, batareya tuzilishi, energiya xavfsizligi.

Abstract. This article is dedicated to the challenges, structure, and prospects of lithium-ion and sodium-ion batteries widely used in modern energy storage systems. The article provides a detailed analysis of the structural composition of both battery types, along with comprehensive information about their working principles and components. The research thoroughly examines the high cost, limited resources, and safety issues associated with lithium-ion batteries, alongside their high energy capacity and good power density. At the same time, the advantages of sodium-ion batteries, such as their affordability and abundance of resources, as well as disadvantages like lower energy capacity, are analyzed.

Keywords: lithium-ion battery, sodium-ion battery, energy storage, solar power plants, accumulator stations, energy density, battery structure, energy security.

Аннотация. Статья посвящена проблемам, конструкции и перспективам литий-ионных и натрий-ионных аккумуляторов, широко используемых в современных системах хранения энергии. В статье представлен подробный анализ структурного состава обоих типов аккумуляторов, а также представлена исчерпывающая информация об их принципах работы и компонентах. В исследовании подробно рассматриваются высокая стоимость, ограниченность ресурсов и вопросы безопасности, связанные с литий-ионными аккумуляторами, наряду с их высокой энергоёмкостью и хорошей удельной мощностью. Анализируются преимущества натрий-

ISSN 3030-3907

ионных аккумуляторов, такие как доступность и ресурсоёмкость, а также недостатки, такие как низкая энергоёмкость.

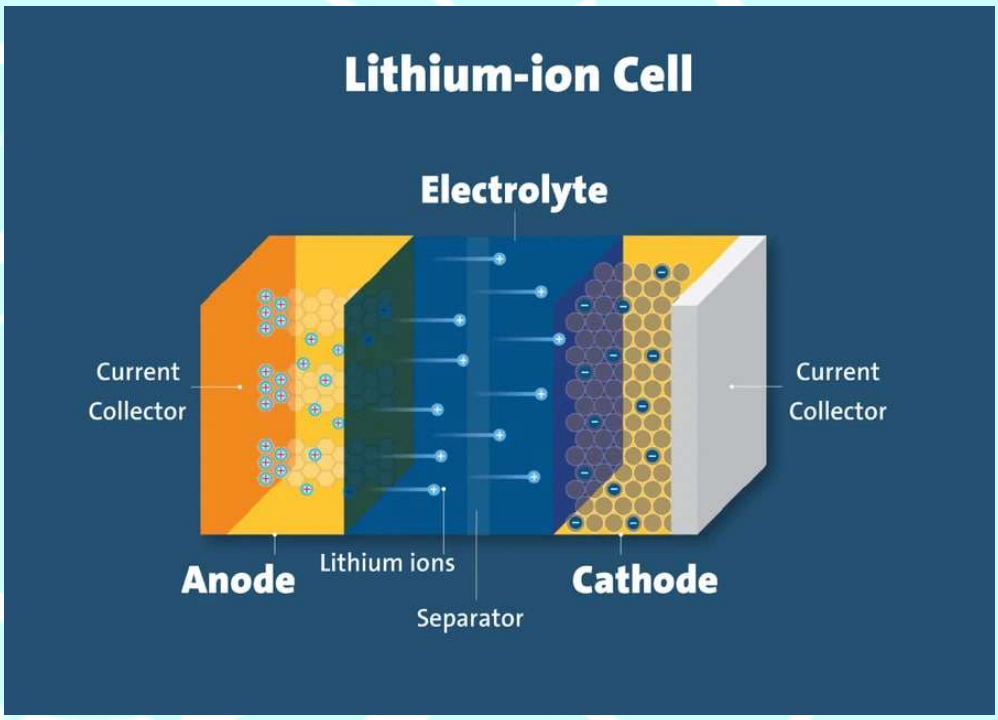
Ключевые слова: литий-ионный аккумулятор, натрий-ионный аккумулятор, хранение энергии, солнечные электростанции, аккумуляторные станции, удельная энергия, конструкция аккумулятора, энергетическая безопасность.

Kirish.

Zamonaviy energiya saqlash tizimlarida litiy-ion batareyalar hukmronlik qilishda davom etmoqda, ammo ularning keng tarqalishi bir qator fundamental qiyinchiliklar bilan bog‘liq. Ushbu texnologiyaning asosiy muammolari yuqori narx, cheklangan resurslar va xavfsizlik muammolari bilan belgilanadi. Litiy-ion batareyalar kobalt kabi nodir va qimmat materiallarni o‘z ichiga oladi, bu ularni ishlab chiqarish narxini sezilarli darajada oshiradi va etishmovchilik xavfini keltirib chiqaradi. Bundan tashqari, ushbu batareyalar termal o‘ta qizish hodisasiga moyil bo‘lib, bu ularning ishlashini optimallashtirish va hayot davomiyligini oshirish uchun murakkab boshqaruv tizimlarini talab qiladi. Bu qiyinchiliklar, ayniqsa, tarmoqli energiya saqlash va elektr transporti kabi keng ko‘lamli dasturlar uchun muammoli bo‘lib qolmoqda [1].

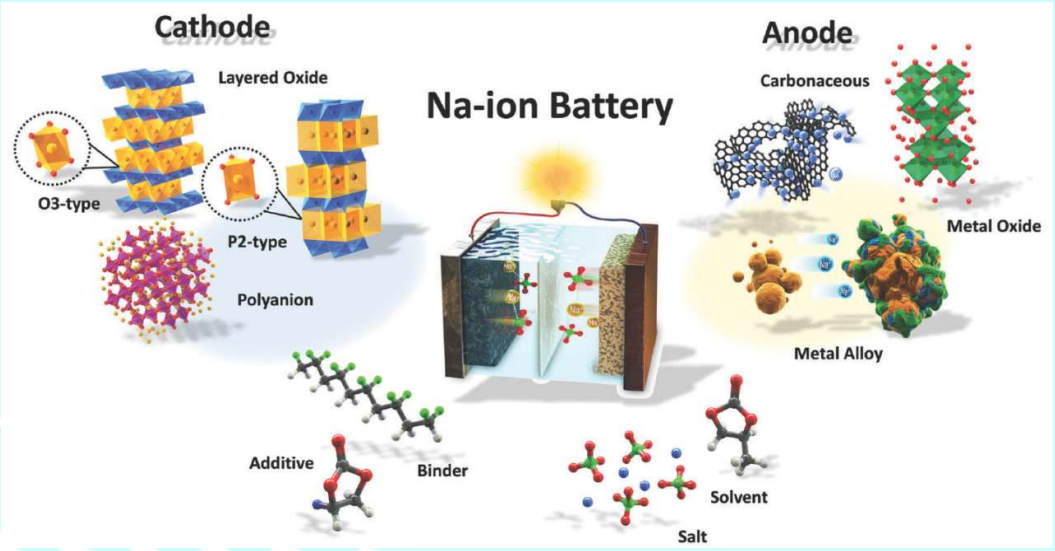
Metod. Litiy-ion batareyalarning strukturaviy tuzilishi anod, katod, elektrolit va ajratgichdan iborat bo‘lib, ularning ishlashi har bir komponentning o‘ziga xos xususiyatlariga bog‘liq. Anod odatda grafitten tayyorlanadi, bu litiy ionlarini interkalyatsiya qilish uchun barqaror tuzilishni ta’minlaydi. Katod esa litiy kobalt oksidi (LCO), litiy temir fosfati (LFP) yoki litiy nikel marganets kobalt oksidi (NMC) kabi materiallardan tashkil topishi mumkin, ular energiya sig‘imiga va barqarorlikka ta’sir qiladi. Elektrolit litiy duzlarining organik erituvchidagi qutulmas eritmasidan iborat bo‘lib, ionlarning anod va katod o‘rtasida harakatlanishiga imkon beradi. Ushbu nozik muvozanat yuqori energiya sig‘imiga erishishni ta’minlaydi, ammo shu bilan birga elektrolitning yonuvchanligi tufayli xavfsizlik xavfini ham keltirib chiqaradi [2-3].

ISSN 3030-3907



1-rasm. Litiy-ionli batareyaning strukturaviy tuzilishi.

Natriy-ion batareyalar esa litiy-ion texnologiyasiga muqobil sifatida paydo bo‘ldi, asosan natriyning boy resurslar va past narxi tufayli. Ushbu batareyalarning strukturaviy tuzilishi litiy-ion batareyalariga o‘xshaydi, lekin katod materiallari sifatida natriyni qabul qiluvchi birikmalar, masalan, natriy temir fosfati yoki natriy marganets oksididan foydalanadi [4]. Anod materiali sifatida qattiq karbon yoki qattiq qotishmalar qo‘llanilishi mumkin, bu esa natriy ionlarining samarali saqlanishiga imkon beradi. Natriy-ion batareyalarning asosiy afzalligi xom ashyoning keng tarqalganligi va past narxidir, bu ularni keng ko‘lamli energiya saqlash dasturlari uchun jozibador variantga aylantiradi. Biroq, ularning energiya sig‘imi hali ham litiy-ion batareyalariga nisbatan pastroq bo‘lib, bu ularning ba’zi ilovalarda qo‘llanilishini cheklaydi [5-7].



2-rasm. Natriy-ion batareyaning strukturaviy tuzilishi.

ISSN 3030-3907

Ikki texnologiya o‘rtasidagi asosiy farqlar energiya sig‘imi, xavfsizlik va iqtisodiy samaradorlikni o‘z ichiga oladi. Litiy-ion batareyalar yuqori energiya sig‘imi va yaxshi quvvat zichligi bilan ajralib turadi, bu ularni portativ qurilmalar va elektr transport vositalari uchun ideal qiladi. Biroq, ular yuqori narx va xavfsizlik muammolari bilan bog‘liq. Natriy-ion batareyalar esa pastroq energiya sig‘imiga ega bo‘lsa-da, xavfsizroq va arzonroq ishlab chiqariladi, bu ularni statsionar energiya saqlash tizimlari uchun afzal variant qiladi. Bundan tashqari, natriy-ion batareyalar keng harorat oralig‘ida samarali ishlashi mumkin, bu ularni turli iqlim sharoitlarida qo‘llash imkoniyatini beradi.

Quyosh elektr stansiyalarida energiya saqlash tizimlari uchun natriy-ion batareyalar ayniqsa istiqbolli hisoblanadi. Quyosh energiyasining o‘zgaruvchan tabiati tufayli kunduzi ishlab chiqarilgan energiyani kechagacha saqlash talab qilinadi, bu esa uzoq muddatli va tez-tez zaryadlash-qutulash tsiklarini talab qiladi. Natriy-ion batareyalarning past narxi va yuqori barqarorligi ularni ushbu ilova uchun moslashtiradi. Litiy-ion batareyalar esa yuqori energiya sig‘imi tufayli kichikroq massivlar yoki tez zaryadlash talab qilinadigan joylarda qo‘llanilishi mumkin. Biroq, statsionar energiya saqlashda narx va xavfsizlik ko‘pincha energiya sig‘imidan ustun keladi, bu esa natriy-ion texnologiyasiga afzallik beradi [8].

Natriy-ion batareyalarning quyosh panellari tizimlarida keng miqyosda qo‘llanilishiga to‘sqinlik qiluvchi asosiy kamchiliklar uning energiya zichligi bilan bog‘liq. Litiy-ion batareyalarga nisbatan past energiya zichligi tufayli bir xil miqdordagi energiyani saqlash uchun ko‘proq joy talab etiladi, bu esa uy-joy va kichik biznes qurilmalari uchun joy cheklovi muammosini keltirib chiqaradi. Masalan, xuddi shu quvvatga ega bo‘lish uchun natriy-ion batareya litiy-ion batareyaga qaraganda taxminan 30-40% ko‘proq hajm egallaydi, bu cheklangan makon sharoitida jiddiy kamchilik hisoblanadi. Bundan tashqari, masshtab oshirilgan quyosh parklari uchun batareyalarning og‘irligi va hajmi transport va o‘rnatish xarajatlarini oshirishi mumkin.

Xavfsizlik jihatdan natriy-ion batareyalar litiy-ionga qaraganda barqarorroq bo‘lsa-da, ular o‘ziga xos xavflarni saqlab qoladi. Natriy suv bilan reaksiyaga kirishishi mumkin, bu esa nam muhitda ishlatilganda muammolarga olib keladi. Batareya tizimlarining sızdırışı va korroziyaga qarshi mustahkamlanishi qo‘shimcha muhandislik choralarini talab qiladi. Shuningdek, past haroratlarda natriy-ion batareyalarning ishlashi sezilarli darajada yomonlashadi, harorat -20°C dan pastga tushganda unumdorlik 50% ga yaqin pasayishi mumkin. Bu xususiyat qishki mavsumda sovuq iqlimli hududlarda quyosh energiyasidan samarali foydalanishni qiyinlashtiradi.

ISSN 3030-3907

Texnologik etakchilik va infratuzilma muammolari natriy-ion batareyalarning tarqalishiga to‘sqinlik qilmoqda. Hozirda ishlab chiqarish quvvatlarining aksariyati litiy-ion texnologiyasiga ixtisoslashgan bo‘lib, natriy-ion batareyalarni ishlab chiqarish uchun yangi zavodlar qurish yoki mavjudlarini qayta jihozlash talab etiladi. Bu esa dastlabki sarmoyalarni sezilarli darajada oshiradi. Batareyalarni zaryadlash va tarmoqqa ulash uchun mo‘ljallangan invertorlar va boshqaruv tizimlari asosan litiy-ion texnologiyasi uchun ishlab chiqilgan, natriy-ion batareyalar uchun maxsus moslashtirilgan qurilmalar esa hozircha cheklangan miqdorda mavjud [10-14].

Iqtisodiy jihatdan, natriy-ion batareyalarning ishlab chiqarish xarajatlari hali ham raqobatbardosh emas. Garchi natriy xom ashyosi litiyga qaraganda arzon bo‘lsa-da, ishlab chiqarish jarayonlari va materiallar samaradorligi hali optimal darajada emas. Masshtabli ishlab chiqarish iqtisodiyotiga erishish uchun qo‘shimcha tadqiqotlar va rivojlanish zarur. Batareyaning butun hayot sikli davomida samaradorligi litiy-ionga nisbatan pastroq bo‘lib, bu uzun muddatli energiya saqlash xarajatlarini oshirishi mumkin. Xususan, quyosh energiyasi tizimlarida ko‘p yillar davomida ishlashni talab qiladigan dasturlar uchun bu kamchilik muhim ahamiyatga ega.

Hayot davomiyligi va ishlash barqarorligi bo‘yicha natriy-ion batareyalar hali ishonchli ma’lumotlar bazasiga ega emas. Garchi ishlab chiqaruvchilar 3000 dan ortiq zaryadlash-razryadlash tsikllarini da’vo qilsalar ham, amaliy sharoitlarda bu ko‘rsatkichlar hali keng tasdiqlanmagan. Quyosh panellari tizimlarida kunlik zaryadlash-razryadlash tsikllari talab qilinadi, bu esa tezroq eskirishga olib kelishi mumkin. Zaryadlash tezligi bo‘yicha ham cheklovlar mavjud bo‘lib, to‘liq zaryadlash uchun litiy-ion batareyalarga qaraganda ko‘proq vaqt talab etiladi, bu quyoshli soatlar cheklangan bo‘lgan hududlarda samaradorlikni pasaytiradi.

Tarmoqqa integratsiya qilish va standartlashtirish muammolari ham keng qo‘llanishga to‘sqinlik qilmoqda. Hozirgi tarmoq energetika tizimlari litiy-ion batareyalar parametrlariga moslashtirilgan bo‘lib, ularning ishlashi va xavfsizlik standartlari aniq belgilangan. Natriy-ion batareyalar uchun tegishli standartlar va sertifikatlashtirish jarayonlari hali rivojlanish bosqichida. Energiya kompaniyalari va iste’molchilar ishonchli va sinovlardan o‘tgan mahsulotlarni afzal ko‘radilar, bu esa yangi texnologiyaning qabul qilinishini sekinlashtiradi.

Akkumulyator stansiyalarida ikkala texnologiyaning o‘rni mustaqil ravishda baholanishi kerak. Litiy-ion batareyalar tezkor javob berish qobiliyati va yuqori samaradorligi tufayli chastotani nazorat qilish va ehtiyotgarchilik quvvatini ta’minlash uchun qisqa muddatli energiya saqlash vazifalari uchun mos keladi. Natriy-ion batareyalar esa uzoq muddatli energiya saqlash va tarmoq barqarorligini ta’minlash uchun keng ko‘lamli dasturlarda qo‘llanilishi mumkin. Iqtisodiy

ISSN 3030-3907

jihatdan, natriy-ion batareyalarning past narxi ularni keng miqyosli akkumulyator stansiyalarini qurishda afzalroq qiladi, ayniqsa litiy resurslarining cheklanganligi va narxining o‘sishi bilan bog‘liq muammolar yorqin namoyon bo‘layotgan bir paytda.

Xulosa.

Kelajakda ikkala texnologiyaning rivojlanishi materialshunoslik va ishlab chiqarish usullaridagi yutuqlarga bog‘liq bo‘ladi. Litiy-ion batareyalar kobaltsiz katod materiallari va qattiq elektrolitlar kabi yangi texnologiyalar orqali xavfsizlik va narx muammolarini hal qilishga intilmoqda. Natriy-ion batareyalar esa energiya sig‘imini oshirish va hayot davomiyligini uzaytirish bo‘yicha tadqiqotlarni talab qiladi. Ikkala texnologiya ham energiya o‘tish davrida o‘z o‘rni va ahamiyatiga ega bo‘ladi, turil xususiyatlar va qo‘llanilishiga qarab bir-birini to‘ldiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Goodenough, J. B., & Park, K. S. (2013). The Li-ion rechargeable battery: A perspective. Journal of the American Chemical Society, 135(4), 1167-1176.
2. Slater, M. D., Kim, D., Lee, E., & Johnson, C. S. (2013). Sodium-ion batteries. Advanced Functional Materials, 23(8), 947-958.
3. Dunn, B., Kamath, H., & Tarascon, J. M. (2011). Electrical energy storage for the grid: A battery of choices. Science, 334(6058), 928-935.
4. Pan, H., Hu, Y. S., & Chen, L. (2013). Room-temperature stationary sodium-ion batteries for large-scale electric energy storage. Energy & Environmental Science, 6(8), 2338-2360.
5. Chayambuka, K., Mulder, G., Danilov, D. L., & Notten, P. H. L. (2020). Sodium-ion batteries: A review on state-of-the-art and future prospects. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 119, 109596.
6. Zheng, X., Li, P., & Cao, Y. (2019). The challenges and opportunities of sodium-ion batteries for grid storage. Joule, 3(4), 920-937.
7. Zakrullayevna Z. I. et al. ELECTRIC DOWNLOAD DIAGRAMS AND SELECTION OF ELECTRIC ENGINE POWER //European International Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies. – 2022. – T. 2. – №. 04. – C. 33-37.
8. Mamadzhanov B. D., ugli Mannobboev S. S. CONTROL OF THE ELECTRIC FIELD OF DIELECTRIC SEPARATING DEVICES BY THE SUPERIMPOSITION METHOD //INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH IN COMMERCE, IT, ENGINEERING AND SOCIAL SCIENCES ISSN: 2349-7793 Impact Factor: 6.876. – 2022. – T. 16. – №. 07. – C. 37-41.
9. Мамаджанов Б. Д., Шукуралиев А. Ш., Манноббоев Ш. С. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ РАБОЧЕГО ОРГАНА

ISSN 3030-3907

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СОРТИРОВОЧНОЙ МАШИНЫ //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 15. – С. 581-589.
10. Мамаджанов Б. Д., Манноббоев Ш. МЕРЫ ПО МИНИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 15. – С. 162-168.
11. Mamadzhanov B. et al. Dielectric separation //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 471. – С. 02017.
12. Faye F. R. et al. The impacts of improper curbside parking on traffic flow in semi-urban area, Ethiopia //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 434. – С. 02001.
13. Rage F. et al. Modelling and analysis of vehicle accident under mixed traffic conditions in Ilu Ababor zone, Ethiopia //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 377. – С. 02002.
14. Mamadzhanov B. et al. Dielectric separation //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 471. – С. 02017.

ISSN 3030-3907