STATSIONAR OPzS AKKUMULYATOR BATAREYALARI DIAGNOSTIKASIDA ENERGETIK KO'RSATKICHLAR VA ISHONCHLILIK TAHLILINI UYG'UNLASHTIRISH

Karimberdi Qarshiyev
karimberdiqarshiyev@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.23158296

Annotatsiya. Tezisda statsionar OPzS akkumulyator batareyalarining texnik holatini baholash masalasi ko'rib chiqilgan. Ichki qarshilik, zaryad darajasi va kuchlanish javobi kabi elektrokimyoviy ko'rsatkichlarni aylanma samaradorlik, massaga nisbatan energiya intensivligi hamda ishonchlilik funksiyasi R(t) bilan birgalikda tahlil qilishga asoslangan integral diagnostika yondashuvi taklif etilgan.

Kalit so'zlar: akkumulyator diagnostikasi, OPzS batareyasi, ichki qarshilik, aylanma samaradorlik, energiya intensivligi, ishonchlilik funksiyasi, bashoratli xizmat ko'rsatish.

Dolzarbligi

Quyosh va shamol elektr stansiyalari ulushining ortib borishi elektr tarmoqlarida ishlab chiqarish bilan iste'mol o'rtasidagi nomutanosiblikni bartaraf etish zaruratini kuchaytirmoqda. Energiyani jamlash tizimlari bu muammoni hal etishda muhim o'rin tutadi: ular yuklama cho'qqilarini tekislaydi, tarmoq kuchlanishi va chastotasini barqarorlashtiradi, beqaror generatsiyani tizimga uyg'unlashtirishga yordam beradi [1–5]. Xalqaro Energetika Agentligi va Xalqaro Qayta Tiklanuvchi Energiya Agentligining tahliliy hisobotlarida ham energiya jamlagichlar barqaror energetikaning asosiy elementlaridan biri sifatida e'tirof etilgan [6, 7].

Statsionar qurilmalarda, xususan tortuv podstansiyalarida, aloqa tugunlarida, sanoat avtomatikasi va avariyaviy ta'minot tizimlarida qo'rg'oshin-kislotali akkumulyatorlar hozir ham keng qo'llanilmoqda. OPzS turidagi batareya naychali musbat plastinalarga va suyuq elektrolitga ega bo'lib, doimiy zaryad rejimida uzoq yillar xizmat qilishi bilan ajralib turadi [8]. Biroq bunday batareyalar ko'p vaqt zaxira holatida turadi, shu sababli ularning yashirin nuqsonlari asosiy ta'minot uzilgan paytda, ya'ni eng noqulay vaqtda oshkor bo'ladi. Demak, batareyaning haqiqiy holatini oldindan aniq bilish katta amaliy ahamiyatga ega.

Elektr va elektronika muhandislari institutining 450-sonli standarti kuchlanish, ichki qarshilik, harorat va sig'imni davriy nazorat qilishni tavsiya etadi, Xalqaro Elektrotexnika Komissiyasining 60896 turkumidagi hujjatlari esa statsionar qo'rg'oshin-kislotali batareyalarga qo'yiladigan talablar va sinov usullarini belgilaydi [9, 10]. Zamonaviy raqamli monitoring tizimlari rejali xizmat ko'rsatishdan batareya holatiga qarab bajariladigan, ya'ni bashoratli xizmat ko'rsatishga o'tish imkonini bermoqda. Shunga qaramay, mavjud yondashuvlarning ko'pchiligi asosan elektrokimyoviy ko'rsatkichlarga tayanadi, energiya samaradorligi va ishonchlilik tahlili esa odatda alohida ko'rib chiqiladi. Diagnostikaga yaxlit yondashuvni ishlab chiqish aynan shu sababli dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

Ishning maqsadi — statsionar OPzS batareyalarining holatini elektrokimyoviy, energetik va ishonchlilik ko'rsatkichlari asosida yagona tahlil qilish uslubini asoslashdan iborat.

Muammoning mohiyati

Foydalanish jarayonida elektrodlarning sulfatlanishi, panjaralarning korroziyaga uchrashi, elektrolit zichligining balandlik bo'yicha notekis taqsimlanishi (stratifikatsiya) va faol massaning to'kilishi

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

kuzatiladi. Bu jarayonlar batareya sig'imining kamayishiga va ichki qarshilikning ortishiga olib keladi [8]. Ichki qarshilik oshgan sari energiya isroflari va issiqlik ajralishi ko'payadi, bu esa degradatsiyani yanada tezlashtiradi.

Ichki qarshilikni o'lchash batareya holatini baholashning eng ma'lumotli usullaridan biri hisoblanadi. Ammo bu ko'rsatkichning o'zi energiya almashinuvining qanchalik samarali kechayotgani va batareyaning belgilangan vaqt davomida nosozliksiz ishlash ehtimoli haqida to'liq ma'lumot bermaydi. Shu sababli diagnostikada elektrokimyoviy va energetik ko'rsatkichlarni ishonchlilik nazariyasi bilan bog'lash zarur.

Taklif etilayotgan yondashuv

Yondashuvning mohiyati uchta guruh ko'rsatkichlarni yagona tahlilda birlashtirishdan iborat. Birinchi guruhga ichki qarshilik r, zaryad darajasi, texnik holat ko'rsatkichi va razryad paytidagi kuchlanish javobi kiradi; ular batareyaning elektrokimyoviy holatini tavsiflaydi.

Ikkinchi guruh energetik ko'rsatkichlardan iborat. Zaryad davomida batareyaga berilgan energiyani W_{kir}, razryad davomida undan olingan energiyani W_{chiq}, batareya massasini m bilan belgilasak, aylanma samaradorlik

$$\eta = W_{chiq} / W_{kir}, \quad (1)$$

massaga nisbatan kirish va chiqish energiya intensivligi esa

$$w_{kir} = W_{kir} / m, \quad w_{chiq} = W_{chiq} / m \quad (2)$$

ifodalari bilan hisoblanadi. Birinchisi zaryad jarayonining jadalligini, ikkinchisi razryad vaqtida energiyadan foydalanish samaradorligini ko'rsatadi. Aylanma samaradorlikning pasayishi va w_{kir} ning ortishi ichki isroflar ko'payganini bildiradi. Buning sababi qarshilikning o'sishi, haroratning ta'siri yoki noqulay ish rejimi bo'lishi mumkin.

Uchinchi guruh ishonchlilik ko'rsatkichi bo'lib, u ishonchlilik funksiyasi orqali ifodalanadi:

$$R(t) = P(T > t), \quad (3)$$

bunda T — batareyaning nosozlikkacha ishlash vaqti, P — ehtimollik. Birinchi va ikkinchi guruh ko'rsatkichlarining ruxsat etilgan chegaralardan chiqishini nosozlik mezoni sifatida qabul qilish mumkin:

$$T = \inf\{t: \eta(t) < \eta_{min} \text{ yoki } r(t) > r_{max} \text{ yoki } C(t) < 0{,}8C_{nom}\}, \quad (4)$$

bunda C — haqiqiy, C_{nom} — nominal sig'im; η_{min} va r_{max} chegaralari tajriba asosida aniqlanadi, sig'im bo'yicha chegara sifatida esa IEEE 450 tavsiyasiga ko'ra nominal sig'imning 80 % i qabul qilinadi [9]. Nosozlikkacha ishlash vaqtlari statistikasi (jumladan, sinov tugamasdan to'xtatilgan kuzatuvlar) bo'yicha R(t) ni Kaplan–Mayer usulida yoki Veybull taqsimoti parametrlarini baholash orqali topish mumkin. Shu tariqa energetik parametrlardagi og'ishlarning tizim barqarorligiga ta'sirini miqdoriy baholash imkoni paydo bo'ladi.

Xulosa

Elektrokimyoviy o'lchovlar, energiya samaradorligi ko'rsatkichlari va ishonchlilik nazariyasini birlashtiruvchi integral diagnostika yondashuvi statsionar OPzS batareyalarining holatini aniqroq baholash, texnik xizmatni oldindan rejalashtirish va xizmat muddatini uzaytirish uchun ilmiy-metodik asos yaratadi. Bu yondashuv muhim infratuzilma obyektlarida energiya ta'minotining uzluksizligini oshirishga, shuningdek batareyalardan samarali foydalanish orqali resurslar sarfini kamaytirishga xizmat qiladi. Tezis metodik xarakterga ega; yondashuvning miqdoriy tasdig'i keyingi tadqiqotlarda amaliy OPzS batareyalarining sinov ma'lumotlari asosida keltiriladi.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Adabiyotlar

1. Chen H. et al. Progress in electrical energy storage system: A critical review // Progress in Natural Science. 2009. Vol. 19, No. 3. P. 291–312.
2. Luo X. et al. Overview of current development in electrical energy storage technologies and the application potential in power system operation // Applied Energy. 2015. Vol. 137. P. 511–536.
3. Divya K. C., Østergaard J. Battery energy storage technology for power systems — An overview // Electric Power Systems Research. 2009. Vol. 79, No. 4. P. 511–520.
4. Dunn B., Kamath H., Tarascon J.-M. Electrical energy storage for the grid: A battery of choices // Science. 2011. Vol. 334, No. 6058. P. 928–935.
5. Yang Z. et al. Electrochemical energy storage for green grid // Chemical Reviews. 2011. Vol. 111, No. 5. P. 3577–3613.
6. International Energy Agency. Technology Roadmap: Energy Storage. Paris: IEA, 2014.
7. International Renewable Energy Agency. Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030. Abu Dhabi: IRENA, 2017.
8. Pavlov D. Lead-Acid Batteries: Science and Technology. Amsterdam: Elsevier, 2011.
9. IEEE Std 450-2020. IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications. New York: IEEE, 2021.
10. IEC 60896-11:2002. Stationary lead-acid batteries — Part 11: Vented types — General requirements and methods of tests. Geneva: IEC, 2002.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.