



KO'P ELEMENTLI ELEKTR ENERGIYASINI YIG'UVCHI BATAREYALARNI MUVOZNATLI ZARYADLASH BILAN ISHLASH MUDDATINI OSHIRISH

Asqar Qarshibayev [0000-0003-1088-4041], Xasan Murodov ✉[0000-0002-0517-8153]

Qarshibayev A.I. – DSc., professor, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Energo-mexanika fakulteti dekani, **Murodov X.Sh.** - Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti "Elektr energetikasi" kafedrasida yanch doktoranti.

Annotatsiya. Maqolada ketma-ket ulangan har xil kuchlanishli akkumulyator batareya elementlarida kuchlanishni muvoznatlashning passiv va faol usullari va ularning kamchiligi va avfzalliklari tahlil qilingan. Shuningdek maqolada qo'rg'oshin-kislotali turdagi akkumulyator batareya elementlarining zaryadlash va zaryadsizlash jarayonida nomuvoznatlashuv kuchlanishini faol usulda muvoznatlash kuchlanishiga keltirilishi tasvirlangan. Keltirilgan sxema asosida Matlab/Simulinkdagi modeli qurilgan. Matlab/Simulinkda olingan natijalar tahlil qilingan. Akkumulyator batareya turli xil kuchlanishli elementlarini bitta manba orqali zaryadlangan yoki zaryadsizlangandagi elektrotexnik parametrlarining o'zgarishi tahlil qilingan. Akkumulyator batareyalarining turli kuchlanishlar bilan zaryadlanishda kuchlanishni muvoznatlashning passiv va faol usullarning kamchiligi va avfzalliklari aytib o'tilgan.

Kalit so'zlar: akkumulyator batareya elementi, muvoznatlash kuchlanishi, passiv va faol usul zaryadlash, zaryadsizlash, ketma-ket ulash, elektrotexnik parametr.

Аннотация. В статье проанализированы пассивные и активные способы балансировки напряжения на элементах аккумуляторной батареи различного напряжения, подключенных последовательно, а также их недостатки и преимущества. Также в статье описывается, как в процессе зарядки и разрядки элементов аккумуляторной батареи свинцово-кислотного типа в активном режиме приводится в равновесное состояние напряжение дисбаланса. На основе представленной схемы построена модель в Matlab/Simulink. Результаты, полученные в Matlab/Simulink, были проанализированы. Анализируется изменение электротехнических параметров аккумуляторной батареи при зарядке или разрядке элементов разного напряжения от одного источника. Отмечены недостатки и преимущества пассивных и активных способов уравнивания напряжения при зарядке аккумуляторных батарей разными напряжениями.

Ключевые слова: аккумулятор батарейный элемент, балансировавшие напряжение, пассивный и активный способ зарядки, разрядки, последовательного подключения, электротехнический параметр.

Annotation. The article analyzes passive and active methods of voltage balancing on battery cells of different voltages connected in series, as well as their disadvantages and advantages. The article also describes how, in the process of charging and discharging lead-acid battery cells, the imbalance voltage is brought into equilibrium in active mode. Based on the presented scheme, a model is built in Matlab/Simulink. The results obtained in Matlab/Simulink have been analyzed. The change in the electrical parameters of the battery is analyzed when charging or discharging elements of different voltages from a single source. The disadvantages and advantages of passive and active methods of voltage balancing when charging batteries with different voltages are noted.

Keywords: battery is a battery cell, voltage balancing, passive and active charging, discharging, serial connection, electrical parameter.

Kirish

Ko'plab zamonaviy energiya yig'uvchi manbalar sifatida hozirgi kunda ham katta quvvatdagi qo'rg'oshin-kislota asosidagi akkumulyator batareyalar amalda qo'llanilib kelinmoqda. Elektr ta'minoti tizimida akkumulyator batareyalaridan transportda, aviatsiya-kosmik qurilmalarida, suv texnikalarida, statsionar obyektlarda foydalanishda keng foydalanilib kelinmoqda. Birinchi navbatda o'ta muhim iste'molchilarni shuningdek ularning texnologik jarayonlarini va butun ishlab chiqarish majmualarini boshqarish tizimlarini elektr energiyasi bilan uzluksiz ta'minlashda qo'llanilib kelinmoqda. Energiyani saqlash tizimi bozor iqtisodiyatida taraqqiy bo'lib bormoqda. Asosiy masala bo'lib akkumulyator batareyalarining akkumulyator batareya elementlari asosiy parametrlarini nazorat qilish va energiya samaradorligini oshirishdan iborat bo'ladi. Hozirgi kunda ko'plab zamonaviy obyektlar yoki avtonom obyektlarda bo'ladigan baxtsiz hodisalar, buzulishlar va boshqa kritik vaziyatlar orqali elektr ta'minotidan uzulish orqali katta miqdordagi material yo'qotishlar yuzaga kelmoqda. Bu muammolarni hal qilishda qo'shimcha ravishda majmuaviy elektrotexnik qurilmalarni joriy etish bunda elektr energiyasini ishlab chiqish, saqlash, o'zgartirish va uzatishni talab etadi [1].

Guruhli AKBleri ketma-ket va parallel ulangan holda ishlatiladi. Bunda ularni zaryadlanishi va zaryadsizlanishi bir tomondan amalga oshiriladi. Ko'p elementli akkumulyator batareya elementlari asosida zaryadlash va zaryadsizlanishni amalga oshirish juda murakkab tizim hisoblanadi. Elementlar



soni oshib borishi uning nazorat va boshqaruv tizimini murakkablashtiradi shu bilan bir qatorda ularning zaryadlanish va zaryadsizlanish jarayonida har bir elementdagi elektrotexnika parametrlarini nazoratini olib boorish shu orqali monitoring qilish imkoniyatining mavjud emasligi akkumulyator batareya elementlarining ishlash muddatini kamayishiga sabab bo'lmoqda. Buning asosiy sababi bir xil kuchlanishli AKBlarini vaqt o'tishi bilan to'la zaryadlanish kuchlanishining o'zgarib borishi va bu holatda zaryadsizlanish tokining har xil bo'lishi AKBlarning zaryadlanish darajasining pasayishiga va zaryadsizlanish chuqurligi ko'rsatkichining oshishishiga olib keladi [2,3].

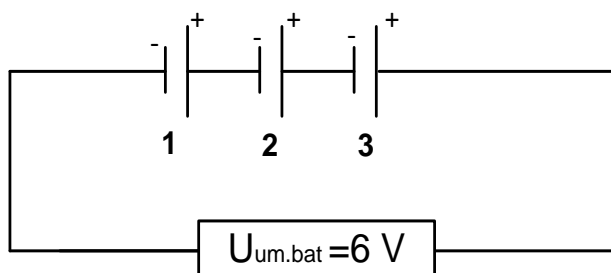
Hozirgi kunda elektr energiyadan foydalanish juda keskin o'sib bormoqda. Quvvati 2 Mvtgacha bo'lgan elektr energiya saqlash qurilmalari bo'lgan katta quvvatli tayanch nimstansiyalar qurilib ishga topshirilgan. Bunda majmuadagi akkumulyatorlar soni 1000 dan ortib ketadi [4]. Eksplyuatsiya tajribasi shuni ko'rsatadiki akkumulyatorlarning texnik xususiyatlari, bir-biridan farq qiladi bu esa umumiy samaradorlikka salbiy ta'sir qiladi (sig'imining kamayishiga, uzoq muddat ishlashining pasayishiga va boshqalarga). Shuning uchun ham akkumulyator batareya elementlarning diognostikasi, muvozanatlashuvi va nazorat tizimini bir vaqtda amalga oshirish dolzarb hisoblanadi [5].

Materiallar va usullar

Akkumulyator batareyalaridagi kuchlanishni muvozanatlashuvini ta'minlashning 2 ta yo'nalishi mavjud [6]. **Passiv muvozanat.** Ballast yuklamada orticha energiyani sochilishiga bog'liq bo'ladi. Oddiy amalga oshiriladi, lekin energiya samarador emas, batareya asosiy bo'lgan qurilmalarda masalan mobil qurilmalarida o'ta muhim hisoblanadi.

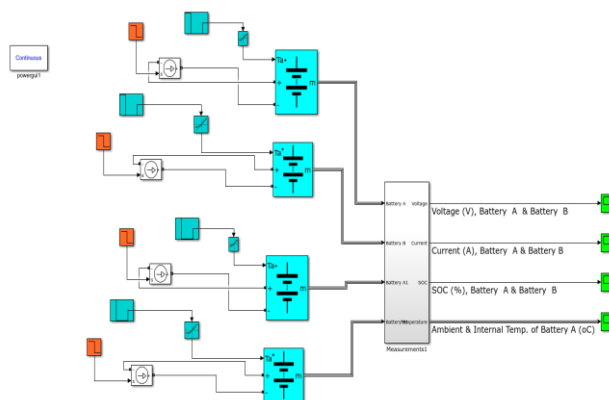
Faol muvozanat. Batareyalar orasidagi energiyani qayta taqsimlashdan iborat. Ushbu usul energiya samarador, ammo uni amalga oshirish ko'proq mehnat va mablag' talab etadi [7-8].

Dastlab yangi holatda 1-rasmda AKBlarining ketma-ket ulanganda ularning har birida nominal kuchlanishi 2 Vdan bo'lgan bataryalarda to'la zaryadlangandagi kuchlanishlar ko'rsatilgan.



1-rasm. Ketma-ket ulangan AKBlarning 5 yil ekspluatatsiya davridan o'tgandan so'ng to'la zaryadlanishdagi kuchlanish qiymatlari

Akkumulyator batareyalardagi kuchlanish $2 \cdot 3 = 6V$ ni tashkil etadi. Bir necha yil ekspluatatsiya vaqtlaridan so'ng batareyalardagi kuchlanishlar o'zgarishlar bo'ladi. Ya'ni uzoq muddatli ekspluatatsiya davridan so'ng akkumulyatorlardagi umumiy kuchlanishi 12 V bo'lgan bir xil bo'lmagan kuchlanishlarni hosil qiladi.



2-rasm. Ketma-ket ulangan akkumulyator batareyalarining zaryadsizlanish jarayoni simulyatsiyasi.

Bunda birinchi batareya 2.52 V katta kuchlanishda (OpzV 16-2000 batareyasi uchun maksimal kuchlanish 2.4 Vni tashki qiladi). Bu akkumulyator ichki tuzulishini buzishga olib keladi. Beshinchi batareyada kuchlanish 1.59 V (OpzV 16-2000 batareyasi uchun minimal kuchlanish 1.6 V tashkil qiladi).

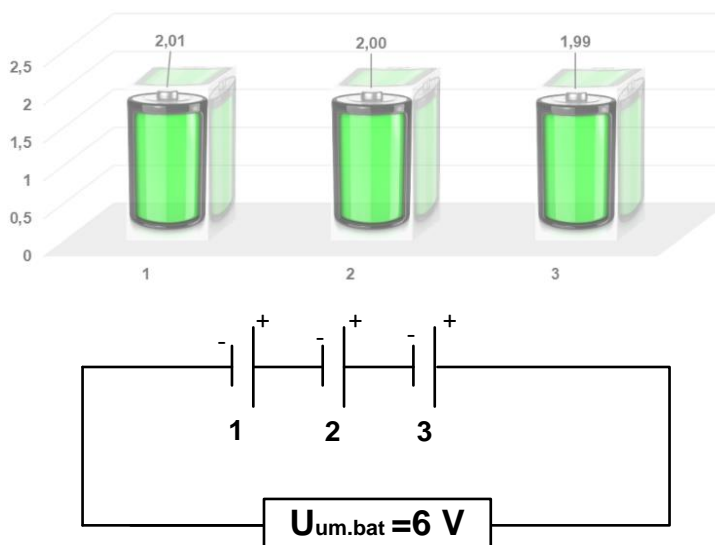


Bu akkumulyator batareyasi ichida degredatsiya jarayonini yuzaga keltiradi ya'ni resurs va sig'imni pasayishiga olib keladi. Qolgan akkmulyatorlarda kuchlanish ishchi kuchlanish sohasi oralig'iga tushadi. Amma ularda ham kuchlanishlar farqi 0.1 Vdan yuqori hisoblanadi va bu ham elementlarning resurslar holatini nohush holatlarga olib keladi.

Ketma-ket ulangan AKBlarning 5 yil ekspluatatsiya davridan o'tgandan so'ng to'la zaryadlanishdagi kuchlanish qiymatlari 1-rasmda keltirilgan.

Bir xil elektrotexnik parametrlil akkumulyator batareyasini ketma-ket ulab Matlab/Simulink dasturida natijalar 2-rasmda keltirilgan. Ularning kuchlanish, tok va zaryadsizlanish darajaini vaqt bo'yicha o'zgarishi tadqiq qilindi.

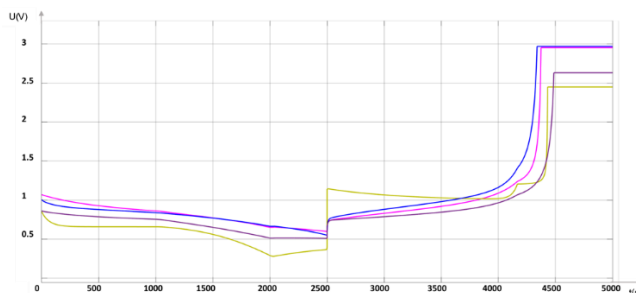
Muvozanatlash bajarilgandan so'ng to'la zaryadlanganda akkumulyator batareya elementlarida kuchlanish quyidagi 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Ketma-ket ulangan AKBlarning yangi holatda to'la zaryadlanishdagi kuchlanish qiymatlari.

Tajribani tahlil qilib, aniqlik va ko'p qirralilikni ta'minlash uchun batareyani modellashtirishni simulyatsiyalash uchun standart elektrotexnik paketlaridan almashtirish sxemalari yordamida amalga oshirish maqsadga muvofiqdir degan xulosaga kelishimiz mumkin. Fizik yetarlilik tamoyillariga asoslanib, almashtirish modelini kuchlanish manbadan foydalanmasdan tuzish afzalroqdir, lekin faqat undagi minimal va maksimal kuchlanishni cheklaydigan sig'im va boshqa tashkil etuvchilar, shuningdek zaryadlanish vaqtida o'ta kuchlanishni va zanjirdagi batareyaning boshqa xususiyatlarini imitatsiya qilinadi. Qurilgan sxema asosida quyidagi natijalarni olamiz.

Akkumulyator batareya zaryadlash vaqtidagi elementlaridagi kuchlanish muvozanatlashuvi simululyatsiya natijasi 4-rasmda keltirilgan.



4-rasm. Akkumulyator batareya elementlaridagi kuchlanish muvozanatlashuvi simululyatsiya natijasi.

Olingan natijalar asosida shuni aytish mumkinki nomuvozatlashuv sharoitida zaryadlanish toki nohiziqli xarakterga ega bo'ladi. Bunda akkumulyatorlarni uzib, ulash uning ish holatiga salbiy ta'sir o'tkazadi. Zaryadlanish darajasining o'zgarishi chiziqli ravishda kamaya boradi. Zaryadlanish va zaryadsizlanish kuchlanishlari bir-biridan keskin farqlanishi mumkin emas. Bunda akkumulyatorning zaryadlanish tezligi



sig'imning 80% miqdorigacha bo'ladi lekin undan keyin akkumulyatorda material tanqisligini hosil qila boshlaydi. Manba yuklamasidagi quvvat bir xilda o'zgarsada iste'molchi va batareyada quvvat vaqtning dastlabki holatida sakrab o'tish orqali kechayapti. Bunda quvvat sochilishi nomuvozantalashuv jarayonining o'tish vaqti bog'liq bo'ladi.

Xulosa

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki hozirgi kunda batareyalarni nazorat qilish, undagi muvozanatni ta'minlash dolzarb va ko'p yo'nalishlarda tadqiqotlarni olib borishni talab etadi. Nomuvozantlashuvga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash ularni bartaraf etish, batareya nazorat tizimini qayta ishlab chiqish AKBlarning xususiy tizimlarini yaxshilashga xizmat qiladi.

Passiv muvozanatlash hozirgi kunda o'zing mohiyatini yo'qotgan va istiqbolga ega emas. Ammo faol usulni kelajakda yanada rivojlantirish orqali AKBlarning ekspluatatsiya xususiyatlarini oshirish va energiyani iqtisod qilish imkoniyatini yaratadi.

Faol usulni afzalliklari quyidagilardan iborat:

- muvozanatlash orqali akkumulyatorda negiyani tejash;
- teng miqdorda zaryadlanish xususiyati;
- batareyalarning xizmat muddatini oshirish.

Shu bilan birga faol usulning ham kamchiliklari mavjud bular quyidagilar:

- tuzulishning murakkabligi;
- passiv usulga nisbatana qimmat bo'lishi;
- bazi holatlarda optimal bo'la olmasligi.

- Faol muvozanatlash tizimini yanada takomillashtirish bilan quyidagilarga erishish mumkin: tizimning eng maqbul tuzulishini aniqlash (zaryadlash qurilmasi bilan birgalikda);
- Turli xil ish sharoitlarida har xil holatlarni testlash.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

[1]. Лагутина Е.И. Математическая модель функционирования системы разогрева аккумуляторной батареи с помощью химического нагревательного элемента // Известия ТулГУ. Технические науки. 2016. Вып. 4

[2]. Khasan Murodov and Askarbek Karshibayev, Development of the management system of technical indications of high-power charger-discharger rectifier device. // E3S Web Conf. Volume 417, 2023 III International Conference on Geotechnology, Mining and Rational Use of Natural Resources (GEOTECH-2023).

[3]. Мurodov Хасан Шухратович, Каршибаев Аскарбек Илашевич, Норкулов Аслиддин Олимович. Анализ устройств непрерывного электрического питания на Навойской тепловой станции. // Innovative developments and research in educa International scientific-online conference

[4]. Фоменко, Н. С. Особенности моделирования свинцово-кислотного аккумулятора / Н.С. Фоменко, А.С. Григорьев, А.С. Динислов // Электрохимическая энергетика. 2019. Т. 19, № 2. С.81–89. <https://doi.org/10.18500/1608-4039-2019-19-2-81-89>.

[5]. Абакумов М.И., Савченко А.В. Обзор современных средств заряда и разряда аккумуляторных батарей // УДК 621. 355 (048.8)

[6]. Simulink – моделирование и симуляция динамических систем для Simulink [Электронный ресурс] / MatLab и Simulink центр компетенций компании Mathworks. М., 2019. Режим доступа: <https://MatLab.ru/products/simulink>. Дата доступа: 10.07.2019.

[7]. Dobrego K.V., Bladyko Y.V. Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc. V. 64, No 1 (2021), pp. 27–39

[8]. Ufert M., Bäker B., Battery Ageing as Part of the System Design of Battery Electric Urban Bus Fleets. // Ufert M., Bäker B. (2020) Battery Ageing as Part of the System Design of Battery Electric Urban Bus Fleets. Science and Technique. 19 (1), 12–19.