

**KERAMIK SUPERCONDENSATORLAR VA UNING TEXNIKADA QO‘LLANISHI
MAVZUSINI O‘QITISH**

Xushvaqtoʻv O‘ral Norqobilovich

Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti “Fizika va uni o‘qitish metodikasi”

kafedrasi o‘qituvchisi

ural_xushvaqtoʻv@mail.ru

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7394178>

Annotatsiya. Ushbu maqolada Superkondensatorlar mavzusini o‘qitish jarayonida elektr transport vositalarida ularning harakatlanish dinamikasini bajarish haqida, shuningdek, yirik yuk mashinalari, harbiy transport vositalari va boshqalardagi kuchli ichki yonuv dvigatellarining starter motorlarini quvvatlantirish uchun ishlatiladigan kuchli superkondensatorlarning xususiyatlarini o‘rganadi. Superkondensatorlar uchun asosiy talab katta hajmdagi elektr energiyasini taxminan o‘n soniya davomida, juda kuchli dvigatellar uchun (100 kW dan ortiq) - 15 soniyagacha etkazib berishdir. Superkondensatorlarni ishlab chiqarish uchun turli xil texnologik usullarni o‘rganish va yuqori nisbiy dielektrik o‘tkazuvchanligiga ega bo‘lgan keramik dielektrik haqida ma‘lumot berilgan.

Kalit so‘zlar: qattiq jismlar, o‘qitish, superkondensator, keramik dielektrik, nisbiy dielektrik doimiy, quvvat, kuch, elektr transport vositasi, texnikada qo‘llash.

Аннотация. В данной статье рассматривается работоспособность суперконденсаторов в процессе тренировки динамики их движения в электромобилях, а также характеристики мощных суперконденсаторов, которые используются для питания стартеров мощных двигателей внутреннего сгорания в большегрузных, военных автомобилях, и т.п. Основное требование к суперконденсаторам — подача большого количества электроэнергии в течение примерно десяти секунд, к очень мощным двигателям (более 100 кВт) — до 15 секунд. Изучение различных технологических приемов производства суперконденсаторов и сведения о керамических диэлектриках с высокой относительной диэлектрической проницаемостью.

Ключевые слова: твердых тел, преподавание, суперконденсатор, керамический диэлектрик, относительная диэлектрическая проницаемость, емкость, мощность, электромобиль, использовать в технике.

Abstract. This article examines the performance of supercapacitors in the course of training the dynamics of their movement in electric vehicles, as well as the characteristics of powerful supercapacitors, which are used to power the starter motors of powerful internal combustion engines in large trucks, military vehicles, etc. The main requirement for supercapacitors is to supply a large amount of electricity for about ten seconds, for very powerful motors (more than 100 kW) - up to 15 seconds. Study of various technological methods for the production of supercapacitors and information on ceramic dielectric with high relative dielectric constant.

Keywords: solid state, educational, supercapacitor, ceramic dielectric, relative dielectric constant, capacity, power, electric vehicle, use in technical.

Kirish. Bugungi fan va texnikaning jadal suratda rivojlanish jarayonida Supercondensatorlarning texnikada qo‘lnishini o‘qitish juda muhim hisoblanadi. Superkondensatorlar bugungi kunning tejamkor va ekalogiyani ifloslantirmaydiga elektr

transport vositalari uchun keng qo‘llanilmoqda. “Ushbu tushunchalarni qattiq fizika turlari, tushunchalari va hodisalarini ifodalovchi ko‘rgazmali vositalar to‘plamidan shakllantirishda, jumladan: zamonaviy plakatlar, filmlar, animatsiyalar, har xil turdagi ko‘rgazmalar, fotosuratlar, ramzlar, harakatlar, sxematik taqdimotlar, fizik animatsiyalar va diagrammalar va ularning tavsifiy ma‘lumotlari (hikoya, matn) foydalanish uchun kursning samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega bo‘ladi” [1]. Chunki ular o‘quvchilarga analitik-sintetik faoliyatni aniq ma‘lumotlar asosida tashkil etish orqali umumlashtirishning birinchi bosqichidagi tushunchalarni o‘zlashtirishga imkon beradi.” Oliy ta‘lim muassasalarida qattiq jismlar fizikasi fanini o‘qitish jarayonida Superkondensatorlar va ularning qo‘llanishi haqida talabalarga ma‘lumot berilsa maqsadga movofiq bo‘ladi. Superkondensatorlar va qayta zaryadlanuvchi batareyalar elektr transport vositalarining (ETV) harakatga kelishida ikkita eng muhim elementidir. Bir tomondan, qayta zaryadlanuvchi batareya ETV bir zaryad bilan bosib o‘tadigan masofa uchun javobgardir. Bu masofa hozirda 350 km dan 1000 km gacha o‘zgarib turadi. Superkondensator esa (1) to‘xtash joyidan boshlanganda va (2) harakatlanayotgan avtomobil tezligini keskin oshirganda ETV tez tezlashishi uchun zarur dinamikani ta‘minlaydi. Ikkala holatda ham elektr motori nominalga qaraganda ancha ko‘p oqim oladi, bu faqat superkondensator tomonidan bir necha soniya davomida maksimal 15 soniyagacha ta‘minlanishi mumkin. Ushbu ikkita funktsiyadan birini bajargandan so‘ng, superkondensator elektron tizimlarni kuzatish orqali avtomatik ravishda nominal batareya zaryadiga qadar qayta zaryadlanadi. Kuchli superkondensatorlarning parametrlari ETV ishlab chiqaruvchilarining talablariga qarab keng diapazonda o‘zgaradi. “Har bir o‘qituvchi o‘z amaliyotida ertami-kechmi ba‘zi talabalarlar uchun mavzu bo‘yicha ta‘lim motivatsiyasi yo‘qligi muammosiga duch keladi. Bu tabiiydir-inson bir vaqtning o‘zida hamma narsaga ulgurmaydi”. Motivatsiya, o‘quvchining hatti-harakati yo‘nalishini, o‘z maqsadiga erishish uchun amalga oshirilgan harakatlarni tushuntiradi.” [2]

Qattiq jismlar fizikasida Superkondensatorlar mavzusini o‘qitishda uning tuzulishi va ishlash prinsipi haqida ma‘lumotlar yoritib beriladi. Uning xarakteristikalari kichik va o‘rta quvvatga ega (30 dan 80 kW gacha) ETV uchun superkondansatorlar mos ravishda sig‘imi 25 dan 70-80 F gacha bo‘lishi samaradorligi yuqorilidan dalolat beradi. “Kuchliroq ETVlar uchun quvvati 80 kW dan yuqori va sig‘imi 150-200 F gacha yetadi. Turli xil avtomobil markalari turli ish kuchlanishlaridan foydalanadi: 48 V, 96 V va 120 V eng ko‘p ishlatiladi. Shuningdek, o‘ziga xos parametrlar, masalan: o‘ziga xos quvvat [W/kg], o‘ziga xos energiya [W/kg], energiya zichligi [W/m³] va ekvivalent seriyali qarshilik [mW]” [7].

Ma‘lumki, yuqori sig‘imga erishish uchun kondansator plitalari (ikki elektrod) katta sirt maydoniga ega bo‘lishi kerak, dielektrik qatlam esa juda nozik va maksimal nisbiy dielektrik o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lishi kerak. Hozirgi kunda superkondensatorlarni tayyorlashning bir necha asosiy usullari (texnologiyalari) ishlab chiqilgan. Ulardan birida ikkita elektrod g‘ovak ugleroddan yasalgan bo‘lib, ular orasida qalinligi nanometrlar tartibida bo‘lgan dielektrik material joylashgan va u bilan elektrodlar orasidagi ikkita bo‘shliq elektrolit bilan to‘ldirilgan. Ikkinchisi, shuningdek, hurmat qilinishi kerak bo‘lgan ijobiy va salbiy xulosalar mavjudligini belgilaydi. Ikkinchi usulda, g‘ovakli uglerod o‘rniga diametri atomlarning diametrlari bilan taqqoslanadigan uglerod nanotubalari ishlatiladi, ya‘ni grafen texnologiyalari qo‘llaniladi. Xitoyda “G-King” grafen batareyasi ham yaratilgan. Avstraliya universitetida o‘tkazuvchan polimerlar asosidagi superkondensatorlar, shuningdek, 3D bosma akkumulyator ishlab chiqarilgani haqida xabarlar bor [3-6].

“Yuqorida aytib o‘tilgan texnologiyalar orqali ishlab chiqarilgan superkondensatorlarning ish kuchlanishlari 2,5 dan 2,7 V gacha o‘zgarib turadi. Yuqori kuchlanishlarni olish uchun yuz Volt tartibida 40 ga yaqin bitta superkondensatorni ketma-ket ulash kerak bo‘ladi. ekvivalent seriyali qarshilikni (ESQ) sezilarli darajada oshiradi”. [7]

Elektrolitlardan foydalanadigan superkondensatorlar etarlicha ishonchli emasligi haqida xabarlar mavjud. Uzoq muddatli operatsiyadan so‘ng elektrolitlar "degradatsiyasi" va quvvatni sezilarli darajada yo‘qotish holatlari haqida xabar berilgan [6].

IMSETda mutaxassislar jamoasi yuqori nisbiy dielektrik o‘tkazuvchanligi va qalinligi nanometrlar tartibida bo‘lgan dielektrik materiallarni olishning turli usullarini qo‘llaydi. Mexanik-kimyoviy sintez, sol-gel usuli, yuqori haroratli qattiq fazali sintez va o‘ta sovutilgan eritma usulini qo‘llash orqali keramik qo‘rg‘oshinsiz fazalarni (BaTiO_3 , BaSnO_3 va $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ asosida) sintez qilishda yaxshi natijalarga erishildi. Past haroratli sintez usullariga (sol-gel usuli) e‘tibor beriladi [4, 5].

Superkondensatorlar mavzusini o‘qitishda qattiq dielektrik material yuqori chastotali magnetronli purkash hosil bo‘ladi (1-rasm), bu nanometrlar tartibida qalinligi bo‘lgan qatlamlarni beradi. Qatlamlarning parchalanish kuchlanishini o‘lchash va isbotlash uchun ikkinchisi ko‘zgu sirtlari bo‘lgan elektr o‘tkazuvchan lentalariga yotqiziladi. Qalinligi 40, 50, 100, 200, 500, 800, 1000, 1140 nm bo‘lgan qatlamlarda katta miqdordagi o‘lchovlar amalga oshiriladi, ular 96 V kuchlanishli kuchli superkondensatorlarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. [7]

Asosiy sabablar quyidagilar edi: 50-100 nm oralig‘ida nozik qatlamlar tanlansa, olingan buzilish kuchlanishlari 0,4; 0,6; 0,8V, shuning uchun superkondensatorni qurish uchun ko‘p miqdordagi kondansatörler kerak bo‘ladi. ESQ (ekvivalent seriyali qarshilik) parametri qabul qilinishi mumkin emas, shuning uchun tanlov kattaroq qalinliklarga ega bo‘ladi. Ikkinchi fikr shundaki, 300-400 nm dan yuqori qalinliklarni o‘lchashda qatlam qalinligi butun sirt uchun deyarli 100% bir xil bo‘ladi va buzilish kuchlanishi ham har bir nuqta uchun bir xil bo‘ladi. Ushbu texnologiyani hisobga olgan holda uchinchi e‘tibor shundan iboratki, qalinroq qatlam mexanik jihatdan barqarorroq, “qattiqroq”, yuqori buzilish kuchlanishini (20 V tartibida) ta‘minlaydi va shu bilan ketma-ket ulangan minimal miqdordagi bitta kondansator (4-5) ga erishadi. Dielektrik materialning bir oz qalinroq qatlamlaridan foydalanish quvvatning pasayishiga olib keladi, ammo bu juda ko‘p bo‘lmagan parallel qurilish bloklari qo‘shilishi bilan osonlikcha qoplanadi.

Qatlamlarni ishlab chiqarish sharoitida yotqizish qalinligi taxminan 0,03 mm bo‘lgan alyuminiy folga ustida amalga oshiriladi, natijada hosil bo‘lgan yagona kondansatörning qalinligi “o‘tkazgich plitalari” (ikki elektrod) va birlashtiruvchi kontaktli terminallar bilan belgilanadi, kuchli superkondensatorning yuqori deşarj oqimini o‘tkazish uchun zarur bo‘lgan kesimga ega bo‘ladi. Keramika superkondensatorlarining zaryadlash-zaryadlash davrlari soni boshqa barcha texnologiyalarga qaraganda ancha yuqori bo‘lishini anglash mumkin.



1-rasm. Nanometrlar tartibida qalinligi bo‘lgan qatlamlarni olish uchun asbob-uskunalar - vakuum tizimi, magnetron tizimi, yuqori chastotali generator va tayanch isitgich.

Ushbu texnologiya yordamida hosil bo‘lgan superkondensator polarizatsiya qilinmaydi. Unda elektrolitlar birikmalari yo‘q, bu foydalanishning ko‘p qirraliligi nuqtai nazaridan ortiqchalik qiladi. “Keramik” dizayni mexanik zichlashlar bilan ta’sirlashmaydigan superkondensatorning mustahkam bo‘lishini ta’minlaydi. Ishlash temperaturasi oralig‘i juda keng: -20°C dan $+60^{\circ}\text{C}$ gacha. Ushbu xususiyatlari bilan shu turdagi kuchli superkondensator og‘ir sharoitda qo‘llanilishi mumkin. Bularning barchasi armiyadagi og‘ir yuk mashinalarining kuchli ichki yonish dvigatellarining starter motorlarini quvvatlantirish holatlarida ishlatiladi. Juda past va juda yuqori temperaturalar, shuningdek, har xil turdagi zarbalarning mavjudligi hisobga olinadi.

Xulosa. Superkondensatorlar mavzusini o‘qish jarayonida talabalarga superkondensatorlarning ishlash prinsipi va uning tumushda va texnikada qo‘llanishi haqida bilimlarga ega bo‘lishi va konikma va malakalarning shakllanishi va rivojlanishiga xizmat qiladi. Bundan tashqari Keramika superkondensatorining holati, roli va afzalliklari tahlili qiladi va O‘rta quvvatli ETV keramik superkondensator uchun miqdoriy xarakteristikalari haqida bilimlarga ega bo‘ladi. Qattiq jismlar fizikasini o‘qitishda keramik jismlar va ularning turmushda va texnikada qo‘llanishi mavzusiga qo‘shimcha bilim olish jarayonida keramik qattiq jismlar haqida chuqurroq bilimga ega bo‘ladi va kelajakda qo‘llanishini o‘rganib oladi. Superkondensatorlar mavzusini oliy ta’lim muassasalarining “Qattiq jismlar fizikasi” faniga kiritilsa talabalar kelajakda zamonaviy elektromobil, elektrobus, va elektr transport vositalaridan foydalanishda katta yordam beradi. Superkondensatorlar mavzusi bo‘yicha umumiy o‘rta ta’lim maktab o‘quvchilariga ham qisqacha tushunchalarini kiritib o‘tish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

REFERENCES

1. Ural Norkobilovich Khushvaktov. Use of the membership principle in studying solid physics at secondary school // *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*. Vol. 11, Issue 6, June 2021. Pags 523-528.
2. Қаландаров Э.Қ., Хушвақтов Ў.Н. – “Қаттиқ жисмлар физикасини янги педагогик технологиялар асосида ўқитиш” Муғаллим ҳам узлуксиз билимлендириў Илмий-методологьқ журнал № 3 2018 жыл. ISSN 2181-7138 – 123-128 б.
3. R. Shad, S. L. Eli, B. Jessy, C. Eric, R. Elizabeth, L. Elaine, O. Brian, M.R. Jan, V. Sundararajan and K. W. Paul, Improving power output for vibration-based energy scavengers, *IEEE Pervasive Comput.* 4, 28 (2005).
4. Li, Y.M.; Chen, W.; Xu, Q.; Zhou, J.; Sun, H.J.; Liao, M.S. *J Electroceram.* 2005, 14, 53. P. K. Panda, Review: environmental friendly lead-free piezoelectric materials, *Journal Mater Sci*, 44 (2009).
5. Yoo, J.; Oh, D.; Jeong, Y.; Hong, J.; Jung, M. *Materials Letters* 2004, 58, 3831-3835.
6. Li, Y.; Chen, W.; Xu, Q.; Zhou, J.; Gu, X. *Materials Letters* 2005, 59, 1361.
7. Prof. Luben Lakov, Assoc. Prof. Petyo Ivanov, Assist. Prof. Mihaela Alexandrova, Assist. Prof. Veselin Petkov. *International journal for science, technics and innovations for the industry “MACHINES TECHNOLOGIES MATERIALS”* ISSN PRINT 1313-0226 ISSN WEB 1314-507X. Issue 12/2019. Pags. 564-566.