

ELEKTROMAGNITOELASTIKLIK MUAMMOSI VA YUPQA IZOTROP PLASTINKALARNING ZAMONAVIY QURILMALARDAGI O'RNII

Abdullayev Abdubakir

Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

e-mail: abdullayev@tuit.uz

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15501039>

ANNOTATSIYA. Ushbu maqolada zamonaviy texnologiyalarda tok o'tkazuvchi yupqa izotrop plastinka shaklidagi mikroelementlarning elektromagnit va elastik xususiyatlari tahlil qilinadi. Mikroelementlarning telekommunikatsiya, mikroelektronika, kosmik texnologiyalar va qurilish sohalaridagi roli, ularning yuqori chastotali va elektromagnit muhitdagi ish faoliyati hamda elektromagnitoelastiklik muammosi doirasida modellashtirish usullari bayon etilgan.

Kalit so'zlar: Mikroelementlar, yupqa izotrop plastinkalar, elektromagnitoelastiklik, Guk qonuni, Maksvell tenglamalari, matematik modellashtirish

АННОТАЦИЯ. В статье анализируются электромагнитные и упругие свойства тонких изотропных пластинчатых микроэлементов, проводящих электричество с использованием современных технологий. Описана роль микроэлементов в областях телекоммуникаций, микроэлектроники, космической техники и строительства, их работа в высокочастотных и электромагнитных средах, методы моделирования в рамках задачи электромагнитной упругости.

Ключевые слова: Микроэлементы, тонкие изотропные пластины, электромагнитоупругость, закон Гука, уравнения Максвелла, математическое моделирование.

ABSTRACT. The article analyzes the electromagnetic and elastic properties of thin isotropic plate microelements that conduct electricity using modern technologies. The role of microelements in the fields of telecommunications, microelectronics, space technology and construction, their operation in high-frequency and electromagnetic environments, and modeling methods within the framework of the electromagnetic elasticity problem are described.

Keywords: Microelements, thin isotropic plates, electromagnetic elasticity, Hooke's law, Maxwell's equations, mathematical modeling.

Zamonaviy texnologiyalar taraqqiyoti natijasida mikroelementlar texnik tizimlarning ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Garchi ushbu komponentlar o'lcham jihatidan juda kichik bo'lsa-da, ular bajaradigan funksiyalar miqyosi nihoyatda keng bo'lib, ularni telekommunikatsiya, aerokosmik, mikroelektronika, sensor tizimlar va energiyani saqlash texnologiyalarida muhim deb hisoblash mumkin. Ayniqsa, mikrostrip antennalar, rezonatorlar kabi qurilmalar ishlab chiqishda mikroelementlar asosiy texnologik asos sifatida xizmat qiladi. Bunday qurilmalar yuqori chastotali signallarni uzatish va qabul qilish imkonini berib, 5G, Wi-Fi hamda sun'iy yo'ldoshli aloqaning rivojlanishida asosiy rol o'ynaydi [1; 2].

Mikroelementlarning yana bir muhim turi – bu tok o'tkazuvchi, izotrop xususiyatga ega bo'lgan yupqa plastinkalardir. Ular yengil, elastik va turli fizik ta'sirlarga chidamli bo'lishi tufayli aerokosmik, avtomobilsozlik hamda qurilish sohalarida keng qo'llaniladi [3;4;5]. Bu materiallar strukturalarning umumiy massasini kamaytirishga yordam berib, ayniqsa yoqilg'i

sarfini optimallashtirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, bunday plastinkalar yuqori issiqlik o'tkazuvchanligi va elektromagnit himoyalash imkoniyatlari bilan ham ajralib turadi, bu esa ularni issiqlik boshqaruvi talab etiladigan qurilmalarda keng joriy etishga imkon beradi

So'nggi yillarda kompozit materiallar ishlab chiqarishdagi yutuqlar, ayniqsa nano- va mikrotexnologiyalar bilan uyg'unlashgan holda, bu plastinkalarning texnologik imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Ularning ishlab chiqarish jarayonlari ko'pincha ekologik toza va iqtisodiy jihatdan maqbul bo'lib, bu esa ularni zamonaviy sanoat uchun yanada jozibador qiladi. Shu bilan birga, bu elementlarning bir jinsli fizik va elektromagnit xossalari ularni tok o'tkazuvchanlik va elektromagnit muvofiqlik muammolarini hal qilishda qulay qiladi [6;7].

Elektromagnitoelastiklik muammosi esa zamonaviy texnologiyalarning ko'plab sohalarida, jumladan, mikroelektronika, sensor qurilmalar, aerokosmik konstruksiyalar va robototexnika tizimlarida muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Bu muammo materialning elastik va elektromagnit xossalari o'zaro qanday aloqada bo'lishini tadqiq etadi. Maxsus holatlarda, elektromagnit kuchlarning material deformatsiyasiga, strukturaviy barqarorlikka va qurilmaning ishonchliligiga bevosita ta'siri kuzatiladi [7].

Bunday tizimlarda elektromagnit maydonlar ostida yuzaga keladigan kuchlarni modellashtirish uchun bir nechta nazariy yondashuvlar mavjud. Ulardan biri – dipol momentlari asosidagi model bo'lib, bu model elektr va magnit maydonlar bilan o'zaro ta'sirlashuvchi mikroelementlardagi kuchlarni aniqlashga xizmat qiladi [8;9]. Shuningdek, Maksvell tenglamalari asosida qurilgan elektromagnit maydon modellari, mikroelementlarning ichki fizik xossalari va tashqi muhit bilan aloqalarini aniqlash imkonini beradi. Bu jarayonda Lorentz kuchlari va tok o'tkazilishi natijasida yuzaga keluvchi elektromagnit ta'sirlar hisobga olinadi.

Bu kabi muammolarni yechishda matematik modellashtirish va sonli usullar keng qo'llanilmoqda. Guk qonuni yordamida elastik deformatsiyalar aniqlanadi, ya'ni kuch va cho'zilish orasidagi bog'liqlik aniqlanadi, bu esa mexanik javobni ifodalaydi. Boshqa tomondan, Maksvell tenglamalari elektr va magnit maydonlarning vaqt va fazodagi o'zgarishini matematik ifodalaydi [10;11;12;]. Ushbu ikkala qonunni birgalikda qo'llash orqali elektromagnit va elastik o'zaro ta'sirlarni kompleks modellashtirish mumkin bo'ladi.

Murakkab tizimlar uchun esa analitik yechimlar yetarli bo'lmasligi mumkin, shuning uchun Finite Element Method (FEM) kabi sonli usullar keng tatbiq etiladi. FEM orqali differensial tenglamalar diskretlashtiriladi va kompyuter yordamida yuqori aniqlikdagi yechimlar olinadi. Bu usul, ayniqsa, noan'anaviy geometriyali va kompleks chegaraviy shartlarga ega tizimlar uchun qulay yechimdir.

Yuqorida bayon etilgan ilmiy asoslar, elektromagnit va mexanik maydonlar o'rtasidagi bog'liqlikni chuqur tahlil qilishga imkon yaratadi. Shu bilan birga, ushbu yondashuvlar yangi materiallar va qurilmalar ishlab chiqishda, ularning barqarorligi va ishonchliligini ta'minlashda asosiy rol o'ynaydi. Natijada, elektromagnitoelastiklik muammosining tadqiqoti zamonaviy texnologik innovatsiyalar uchun muhim ilmiy platformani yaratadi.

Tok o'tkazuvchi yupqa izotrop plastinkalardan tayyorlangan mikroelementlar zamonaviy texnologiyalar, xususan mikroelektronika, telekommunikatsiya, aviatsiya va kosmik qurilmalarda keng qo'llanilmoqda. Ularning elektromagnit maydon ta'sirida yuzaga keluvchi kuchlar bilan o'zaro ta'siri va elastik javoblari elektromagnitoelastiklik muammosi doirasida

o'rganiladi. Bu muammoni hal qilishda matematik modellashtirish, ayniqsa Guk qonuni va Maksvell tenglamalari asosida yechimlar ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. FEM usuli yordamida murakkab tizimlarning sonli modellari tuzilib, ishonchli va aniq natijalar olinadi. Bu esa zamonaviy qurilmalarni samarali va xavfsiz loyihalash imkonini beradi.

References:

Используемая литература:

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Johnson, R. (2020). Advanced microelectronic materials. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-45634-2>
2. Smith, J., & Colleagues. (2019). Microwave microstrip components in 5G systems. IEEE Communications Magazine, 57(12), 84–91. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2019.1900051>
3. Kumar, A. (2019). Properties of isotropic conductive polymers. Journal of Applied Polymer Science, 136(25), 47632. <https://doi.org/10.1002/app.47632>
4. Petrov, V. (2020). Lightweight conductive composites for aerospace applications. Materials Science Forum, 1001, 45–52. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1001.45>
5. Ahmed, S. (2018). Eco-friendly composites and their manufacturing techniques. Composites Part B, 142, 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.01.002>
6. Li, Q., & Colleagues. (2021). Thin conductive films for EMI shielding. Advanced Functional Materials, 31(7), 2007523. <https://doi.org/10.1002/adfm.202007523>
7. Gao, Y., & Colleagues. (2021). Electromagnetic-elastic coupling in MEMS. Sensors and Actuators A: Physical, 323, 112660. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2021.112660>
8. Zhou, H., & Colleagues. (2019). Modeling dipolar interactions in nanoscale materials. Nanotechnology, 30(42), 425701. <https://doi.org/10.1088/1361-6528/ab2fd1>
9. Chen, D., & Colleagues. (2020). Unified model of Lorentz and elastic forces in microdevices. Microsystems & Nanoengineering, 6(1), 75. <https://doi.org/10.1038/s41378-020-00199-z>
10. Indiaminov, R., Abdullaev, A., & Ismailova, N. (2022). Magnit maydonida tok o'tkazuvchi jismning magnitoelastik deformatsiyalanishi modeli. Zamonaviy matematikaning nazariy asoslari va amaliy masalalari: Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to'plami (B. 184–186). Andijon. https://file.adu.uz/s/2022/03/conference_math_02.pdf
11. Shodmonov, J., & Abdullaev, A. (2022). Tok o'tkazuvchi mikroelementning magnitoelastik tebranishi. International Scientific Journal of Science and Innovation, 1(4), 52–55. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6873133>
12. Abdullaev, A. (2023). Magnit maydonida plastinkaning magnetoelastik deformatsiya jarayonini matematik modellashtirish. Scientific Journal of Innovations in Technology and Science Education, 2(8), 863–872. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7833588>