

TEMIR YO‘L STANSIYALARIDA ENERGIYA TEJASH VA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARIDAN FOYDALANISHNING AHAMIYATI

Nazirxonov T.M.¹, Xudoynazarov S.E.², Kozimbekov K.K.³

Annotatsiya: Ishdan maqsad temir yo‘l stansiyalarida energiya samaradorligini oshirish va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni oshirish. Stansiyalarning yuqori energiya talabini qoplashda an’anaviy usullarning ekologik va iqtisodiy muammolarini ko‘rib chiqib, energiya tejash texnologiyalari (avtomatik yoritish, harakat sensorlari) va qayta tiklanuvchi manbalar (quyosh, shamol, biomassa)ning roli katta va ularni tahlil qilish muhimdir. Shuningdek, innovatsion yechim sifatida piezoelektrik texnologiyalar (qadamlar orqali energiya ishlab chiqarish)ga alohida e’tibor berilgan. Piezoelektrik materiallarning turlari (PZT, BaTiO₃, PVDF), ularning ishlash prinsiplari va temir yo‘l stansiyalarida qo‘llash imkoniyatlari batafsil sharhlangan. Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, bu texnologiyalar dastlabki xarajatlarni talab qilsa-da, uzoq muddatda energiya xarajatlarini kamaytirib, ekologik barqarorlikni ta’minlaydi. Stansiyalarda energiyani samarali boshqarishning iqtisodiy va atrof-muhitga oid afzalliklari ta’kidlangan. Maqola temir yo‘l infratuzilmasini yashil texnologiyalar asosida modernizatsiya qilishga qaratilgan amaliy yechimlar uchun asos bo‘la oladi.

Kalit so‘zlar: energiya tejash, qayta tiklanuvchi energiya, piezoelektrik texnologiya, temir yo‘l stansiyalari, ekologik barqarorlik, quyosh panellari.

Kirish

Temir yo‘l stansiyalari jamoat transportining muhim tugunlari bo‘lib, unda har kuni millionlab yo‘lovchilar va yuklar oqimi mavjud. Ushbu stansiyalar ko‘pincha katta energiya sarfini talab qiladigan joylar bo‘lib, yoritish, issiqlik, texnik xizmatlar va boshqa ko‘plab tizimlar energiya manbalaridan foydalanadi. Shu bilan birga, temir yo‘l transporti ekologik jihatdan qulay va samarali bo‘lishi kerak. Shuning uchun, temir yo‘l stansiyalarida energiya tejash va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish zarurati kundan-kun ortib bormoqda.

Energiya tejash temir yo‘l stansiyalarining ish faoliyatini yanada samarali qilishga yordam beradi. Yoritish tizimlarini, ventilyatsiya va issiqlik tizimlarini optimallashtirish orqali operatsion xarajatlarni kamaytirish mumkin. Masalan, energiya tejashga qaratilgan chora-tadbirlar yordamida stansiyalar yillik energiya xarajatlarini sezilarli darajada kamaytirishi mumkin. Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan (masalan, quyosh panellari yoki shamol turbinalari) foydalanish

boshlang'ich sarmoyani talab qilsa-da, uzoq muddatda bu tizimlar energiya xarajatlarini kamaytiradi va sarmoya qaytishini ta'minlaydi.

Ko'p hollarda temir yo'l stansiyalarida energiya iste'moli samarasiz bo'ladi, chunki yoritish va boshqa tizimlar foydalanuvchi yo'q bo'lgan vaqtlarda ham ishlashda davom etadi. **Energiya tejash texnologiyalarini** joriy etish, masalan, **harakat sensorlari** yoki **yoritishning avtomatik boshqaruv tizimlari**, bu energiyaning samarasiz sarfini kamaytiradi. Energiya tejash va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish nafaqat xarajatlarni kamaytiradi, balki ekologik mas'uliyatni oshiradi. Bu esa temir yo'l tizimining ijobiy imijini yaratadi, va yo'lovchilarni jalb qilishda yordam beradi [1-3].

Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishning ahamiyati

Temir yo'l stansiyalarida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytiradi. Masalan, **quyosh energiyasi**, **shamol energiyasi** va **geothermal energiya** kabi manbalar atmosferaga zararli gazlar chiqarishni kamaytiradi. Bu esa, o'z navbatida, iqlim o'zgarishi va global isishning oldini olishga yordam beradi. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari tabiiy resurslarni, masalan, quyosh nuri yoki shamolni ishlatadi va bu resurslar cheksizdir. Bu manbalarni ishlatish orqali tabiiy yoqilg'ilarga bo'lgan ehtiyojni kamaytirish va ularning tarkibidagi zararlilardan xalos bo'lish mumkin. Temir yo'l stansiyalarida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish, energetika tizimidagi kutilmagan inqirozlarni kamaytirishga yordam beradi. Shuningdek, mahalliy qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish, import qilinadigan energiya manbalariga bo'lgan qaramlikni kamaytiradi [4-5].

Temir yo'l stansiyalarida qayta tiklanuvchi energiya manbalarining qo'llanilishi

Temir yo'l stansiyalarida quyosh panellari o'rnatish orqali, kunduzgi yoritish va boshqa kichik tizimlarni quvvatlantirish mumkin. Bu, ayniqsa, quyoshli iqlim sharoitida samarali ishlaydi. Shamol turbinalari ham temir yo'l stansiyalarida energiya ishlab chiqarishda qo'llanilishi mumkin. Bu tizimlar uzoq muddatda barqaror energiya manbaini ta'minlaydi va shamol kuchli bo'lgan hududlarda samarali ishlaydi. Shuningdek temir yo'l stansiyalarida biomassa orqali energiya ishlab chiqarish imkoniyatlari ham mavjud. Biomassadan foydalanish, ayniqsa, qishloq joylarida, temir yo'l stansiyalariga yaqin hududlarda samarali bo'lishi mumkin. Temir yo'l stansiyalarida odamlar harakati orqali energiya ishlab chiqarish ham mumkin. Piezoelektrik tizimlar, odamlar yurganda, qadamlar orqali energiya ishlab chiqaradi va uni elektrga aylantiradi. Bu energiya stansiyaning kichik energiya ehtiyojlarini ta'minlashda ishlatilishi mumkin [6-7].

Nazariy asoslar va texnologiya tahlili

Qadamlar orqali energiya ishlab chiqarish prinsipi "piezoelektrik effekti" ga asoslanadi. Piezoelektrik materiallar, ya'ni bosim yoki harakat natijasida elektr energiyasini ishlab chiqaradigan materiallar yordamida energiya hosil bo'ladi. Bu texnologiya asosan odamlarning harakatidan yoki boshqa mexanik bosimlardan elektr energiyasini ishlab chiqarishga mo'ljallangan. Piezoelektrik (yunoncha "piezein" — "bosish" yoki "siqish" va "elektron" — "elektron" so'zlaridan kelib chiqqan) deganda, bosim yoki deformatsiya natijasida elektr zaryad hosil bo'lishi xususiyatiga ega materiallar tushuniladi. Bunday materiallar mexanik kuch yoki pres ostida elektr toki yoki kuchlanish ishlab chiqaradi. Agar piezoelektrik materialga mexanik kuch, ya'ni bosim yoki deformatsiya qo'llansa, materialning ichki elektr zaryadlarining taqsimlanishi o'zgaradi. Bu o'zgarish materialning yuzasida elektr zaryadlarining to'planishiga olib keladi, natijada elektr toki yoki kuchlanish paydo bo'ladi [8-9].

Piezoelektrik materiallarga misollar

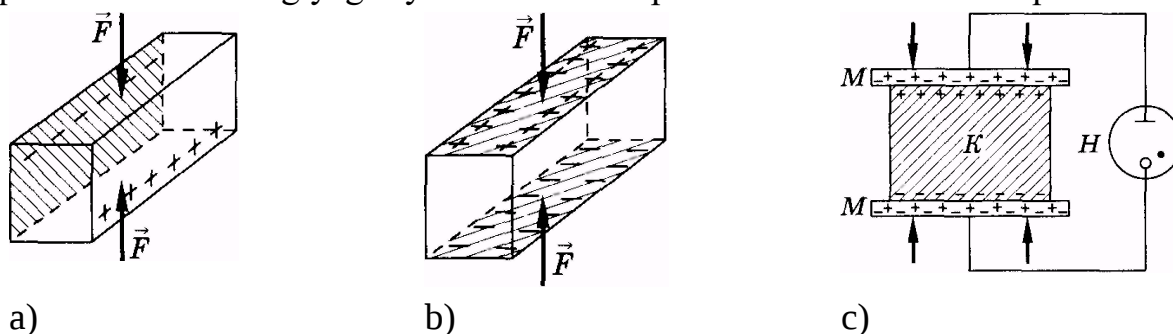
Titratsiyalangan keramika (PZT - Lead Zirconate Titanate). PZT yuqori piezoelektrik samaradorlikka ega bo'lib, mexanik energiyani elektr energiyasiga samarali tarzda aylantiradi. Energiyani yig'ish tizimlarida, masalan, yo'lda yurgan odamlarning qadamlaridan elektr ishlab chiqarish, harakatdan energiya olish tizimlari va boshqa turli energiya qayta tiklanadigan qurilmalarda ishlatiladi.

BaTiO₃ (Barium Titanate). BaTiO₃ - bu yuqori piezoelektrik xususiyatlarga ega keramika material bo'lib, energiya yig'ish va sensorlar uchun ishlatiladi. Piezoelektrik energiya yig'ish tizimlarida va kichik elektr qurilmalarda qo'llaniladi.

PVDF (Polyvinylidene Fluoride). PVDF — yengil, elastik va yuqori piezoelektrik xususiyatlarga ega polimer material. U energiya yig'ish uchun qulay material sifatida tanlanadi, chunki u katta deformatsiyalarni qabul qilib, yuqori samaradorlikda elektr energiyasini ishlab chiqaradi. Harakatdan energiya olish tizimlarida, masalan, odamlarning qadamlaridan yoki harakatlardan elektr energiyasi olishda ishlatiladi.

Piezoelektrik effektning qo'llanilishi

Piezoelektrik materiallar mexanik harakatni elektr signalga aylantiradigan sensorlar sifatida ishlatiladi. Qadamlar orqali energiya ishlab chiqarish, shuningdek, boshqa harakatlarni energiyaga aylantirish uchun piezoelektrik materiallar qo'llaniladi.



1- rasm. Piezoelektrik qurilmaning tuzulishi.

Kristall dielektrlarda qutblanish elektr maydon bo'lmaganda ham deformatsiya tufayli vujudga kelishi mumkin. Bu hodisa pezoelektrik effekt (pezeffekt) deb ataladi.

Ko'ndalang (1.a-rasm) va bo'ylama (1.b-rasm) pezeffektlar farq qilinadi. Strelkalar kristallga ta'sir etuvchi kuchlarni ko'rsatadi. Deformatsiya xarakteri o'zgarganda, masalan, siqilishdan cho'zilishga o'tishda hosil bo'ladigan qutblanish zaryadlarining ishorasi ham o'zgaradi.

Pezoelektrik effekt elementar kristall yacheykalarining deformatsiyalanishi va mexanik deformatsiyalarda panjarachalarning bir-biriga nisbatan siljishi bilan bog'liq. Uncha katta bo'lmagan mexanik deformatsiyalarda qutblanish ularning kattaligiga proporsional bo'ladi. Pezeffekt kvars, segnet tuzi va boshqa ba'zi kristallarda sodir bo'ladi.

Pezeffektning namoyish qilish uchun sxemasi 1.c- rasmda tasvirlangan qurilmadan foydalanish mumkin. Pezoelektrik xossalarga ega bo'lgan K kristallga M metall plastinkalar qo'yilgan bo'lib, ular N neon lampa orqali tutashtirilgan. Bu lampa uncha katta bo'lmagan tok kuchini iste'mol qiladi va ma'lum kuchlanishda yonadi, ya'ni o'ziga xos kuchlanish indikatorini hisoblanadi [7-9].

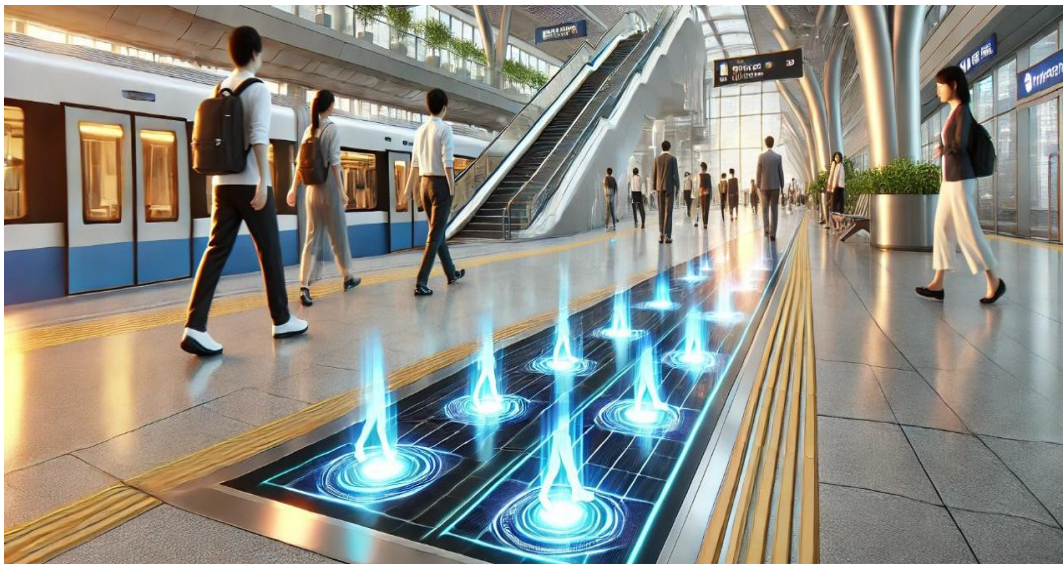
Kristallga urilganda (deformatsiyalanganda) uning qirralarida, metall plastinkalarda ham kuchlanish paydo bo'ladi va neon lampa yonib ketadi.

Ko'rib chiqilgan to'g'ri pezoelektrik effekt bilan bir qatorda teskari pezeffekt ham kuzatiladi: kristallarga elektr maydon ta'sir ettirilganda kristallar deformatsiyalanadi.

Ikkala pezeffekt - to'g'ri va teskari pezeffektlar mexanik kattalikni elektr kattalikka yoki aksincha kattalikni mexanik kattalikka aylantirish zarur bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

Masalan, to'g'ri pezeffektidan meditsinada - pulsni qayd qilish uchun datchiklarda, texnikada - adapterlarda, mikrofonlarda va tebranishlarni o'lchashda, teskari pezeffektidan esa mexanik tebranishlar va ultratovush chastotali to'lqinlar hosil qilishda foydalaniladi.

Qadamlar orqali energiya ishlab chiqarish jarayoni quyidagicha ishlaydi. **Qadamlar orqali energiya ishlab chiqarish jarayoni** piezoelektrik texnologiyalarga asoslanadi, bu texnologiya odamlarning harakatidan yoki bosimdan elektr energiyasini olish imkonini beradi. Odam qadam bosganda yoki harakat qilganda, yerga (yoki energiya yig'uvchi tizimga) mexanik bosim yoki kuch tushadi. Bu bosim, masalan, yo'ldagi maxsus qurilmalar (piezoelektrik sensorlar) orqali seziladi. Platformaning tagiga piezoelektrik plastinkalar yoki datchiklar o'rnatiladi. Har bir datchik qadam bosilganda bosimni sezib, elektr toki hosil qiladi. Harakatdan yoki bosimdan olingan mexanik energiya piezoelektrik materiallarga (masalan, **PZT**, **PVDF**, yoki **Kvarts**) tushadi. Bu materiallar bosim ostida deformatsiyalanadi va ichidagi zaryadlar taqsimlanadi, natijada elektr toki yoki kuchlanish hosil bo'ladi (2-rasm).



2 – rasm. Qurulmaning temir yo‘l stansiyada joylashuvi

Piezoelektrik elementlardan hosil bo‘lgan elektr energiyasi to‘g‘ridan-to‘g‘ri kichik tok shaklida bo‘ladi. Piezoelektrik materiallardan chiqadigan elektr toki **batareyalar** yoki **kondensatorlar** orqali yig‘iladi. Bu qurilmalar, hosil bo‘lgan elektr energiyasini saqlash va keyinchalik foydalanish uchun kerak bo‘ladigan shaklda saqlaydi.

Hosil bo‘lgan elektr energiyasi bir o‘zgaruvchan to‘kdan (AC) doimiy to‘kga (DC) aylantiriladi. To‘plangan elektr energiyasi kichik elektr qurilmalari, masalan, **chiroqlar, sensorlar, yurish yo‘llaridagi signalizatsiya tizimlari** yoki **akustik tizimlar** kabi qurilmalarni ishga tushirish uchun ishlatiladi. Misol uchun, har kuni piyodalardan to‘planadigan energiya, ko‘cha chiroqlarini yoqish yoki ma’lum sensorlarni ishlatish uchun yetarli bo‘lishi mumkin.

Harakat davomida ishlab chiqarilgan energiya cheklangan bo‘lishi mumkin, ammo bu texnologiya, ayniqsa, doimiy va kichik energiya manbalari (masalan, yo‘ldagi harakat yoki turli jismoniy harakatlardan) orqali uzoq muddatda samarali ishlaydi.

Xulosa

Temir yo‘l stansiyalarida piezoelektrik tizimlar yoki mexanik energiya yig‘ish texnologiyalari yuqori harakat intensivligi va odamlarning ko‘p o‘tayotgan joylarida samarali ishlaydi. Tizim, har bir qadam orqali ishlab chiqariladigan energiyani yig‘ib, stansiyaning yoritish, axborot tizimlari va reklama panellarini quvvatlantirishga yordam beradi. Bu tizim energiya ishlab chiqarishning barqaror va ekologik toza manbai sifatida katta potensialga ega. Dastlabki xarajatlar tizimni o‘rnatish va texnik xizmat ko‘rsatish uchun ma’lum darajada katta bo‘lishi mumkin, ammo tizimni ishga tushirishdan keyin, energiya tejash orqali uzoq muddatda iqtisodiy foyda keltiradi. Energiyani qayta tiklash va samarali boshqarish orqali tizimning iqtisodiy samaradorligi oshadi. Tizimni o‘rnatishda harakat intensivligi yuqori bo‘lgan joylar (platformalar, yo‘laklar, kutish zallari)ga e’tibor qaratish zarur. Bunda odamlar

ko‘proq qadam tashlaydigan joylarda piezoelektrik plitalar yoki mexanik tizimlar o‘rnatish kerak. Temir yo‘l stansiyalaridan tashqari, metro, avtobus yoki tramvay stansiyalarida ham piezoelektrik tizimlarni o‘rnatish orqali energiya ishlab chiqarishni ta‘minlash mumkin.

Adabiyotlar Ro‘yxati

1. Y. & Chen, Y., 2010. Global perspective on hydrology, water balance, and water resources management in arid basins. *Hydrological Processes*, 24(2): 129-135.
2. Tiwari G.N., Mishra R.K. *Advanced Renewable Energy Sources/ Indian Institute of Technology Delhi, New Delhi, India, 2012, ISBN: 978-1-84973-380-9.*
3. Francesco Carrasco. *Introduction to hydropower/ Published by: The English Press, Prakashdeep Bldg, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi, India, 2012, ISBN 97893-81157-63-3.*
4. John Ellis. *Pressure transients in water engineering/ University of Glasgow, Thomas Telford Publishing Ltd, UK, 2008, ISBN: 978-0-7277-3592-8.*
5. Лесов А. Т, Назирхонов Т. М, Собиров Ж. С, & Тоштемиров Х. Ш. (2024). Анализ По Улучшению Использования Возвращаемой Энергии В Железнодорожном Транспорте. *Miasto Przyszłości*, 49, 708–712. Retrieved from <https://miastoprzyszlosci.com.pl/index.php/mp/article/view/3971>.
6. Гольденберг В. Возобновляемая энергия на железнодорожном транспорте. *Мир транспорта*. 2017;15(1):64-74. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2017-15-1-6>.
7. М. М. Muxammadiev, X.K. Tashmatov. *Energiya yig‘uvchi qurilmalar. Darslik. - Toshkent: “Cho‘lpon” , 2011.*
8. Мухаммадиев М.М. и Потоев К.Д. *Возобновляемые источники энергии. Учебное пособие. – Ташкент: ТашГТУ, 2005.*
9. Клычев Ш.И., Мухаммадиев М.М., Авезов Р.Р., Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Т.: Изд-во «Фан ва технология», 2010 г. 192 стр.

Mualliflar haqida ma‘lumot

Nazirxonov To‘lagan Mansurxon o‘g‘li - texnika fanlari nomzodi, Toshkent davlat transport universiteti “Elektr harakat tarkib” kafedrasi dotsenti. E-mail: tolagan@mail.ru

Xudoynazarov Salimjon Elnazarovich – “Toshkent metropoliteni” DUK “Texnik siyosat” xizmati yetakchi-mutaxassisi. E-mail: salim-9404@mail.ru

Kozimbekov Kamron Kozim o‘g‘li – Toshkent davlat transport universiteti talabasi. E-mail: komronbek0405@gmail.com