



TEMIR YO‘L YER POLOTNOSINI GEOSINTETIK MATERIALLAR BILAN KUCHAYTIRISHDA CHET EL MAMLAKATLARI TAJRIBASINI TAHLIL QILISH VA OPTIMAL TEXNOLOGIK YECHIMLARNI ANIQLASH

Bozorov Dovudbek Rizamat o‘g‘li

Toshkent davlat transport universiteti magistratura talabasi

Tadjibayev Sherzod Amirqulovich

Toshkent davlat transport universiteti dotsent “Temir yo‘l muhandisligi” kafedrası

Abstract : *This article analyzes advanced international practices in the reinforcement of railway subgrades using geosynthetic materials in the United States, Germany, Japan, and cold-climate countries. The study evaluates the effectiveness of geotextiles, geogrids, geocomposite drainage systems, and geocells in improving subgrade stability. In addition, it outlines the principles for determining optimal technological solutions based on soil properties, loading conditions, and hydrogeological factors. The findings indicate that the integrated use of geosynthetics significantly reduces deformations and contributes to a substantial decrease in maintenance and operational costs.*

Keywords: *geosynthetic materials; geotextile; geogrid; drainage geocomposite; geocell; railway subgrade; stability; optimal technological solution.*

Anotatsiya: *Maqolada AQSh, Germaniya, Yaponiya hamda sovuq iqlimli mamlakatlarda temir yo‘l yer polotnosini geosintetik materiallar bilan mustahkamlash bo‘yicha ilg‘or xorijiy tajribalar tahlil qilinadi. Geotekstil, georeshetka, geokompozit drenaj tizimlari va geoyacheykalarning barqarorlikka ta‘siri baholanadi. Shuningdek, grunt xususiyatlari, yuklanish sharoitlari va gidrogeologik omillar asosida optimal texnologik yechimlarni aniqlash tamoyillari yoritiladi. Natijalar geosintetiklardan kompleks foydalanish deformatsiyalarni kamaytirishi va ekspluatatsion xarajatlarni sezilarli qisqartirishini ko‘rsatadi.*

Kalit so‘zlar: *geosintetik materiallar, geotekstil, geosetka, drenaj geokompoziti, geoyacheyka, temir yo‘l polotnosi, barqarorlik, optimal texnologik yechim.*

Kirish

Zamonaviy temir yo‘l infratuzilmasi barqarorligini ta‘minlashda geosintetik materiallardan foydalanish bugungi kunda eng samarali muhandislik yechimlaridan biri sifatida e‘tirof etilmoqda. Jahon amaliyotida, xususan AQSh, Germaniya, Yaponiya, Janubiy Koreya, Kanada hamda Skandinaviya mamlakatlarida zaif, suvga to‘yingan yoki deformatsiyaga moyil gruntlarda joylashgan temir yo‘l er polotnosining yuk ko‘tarish qobiliyatini oshirish maqsadida keng turdagi geosintetik texnologiyalar qo‘llaniladi. Mazkur texnologiyalar tarkibiga geotekstil, geosetka, georeshetka, geomembrana, geokompozitlar hamda drenaj geosintetiklari kiradi.



Temir yo‘l polotnosining ko‘tarma qatlamlari, asos qatlamlari, filtratsiya qatlamlari va yo‘l yotqizig‘i (poydevor) zonasida geosintetiklardan foydalanish natijasida vertikal va gorizontalar deformatsiyalar sezilarli darajada kamayadi. Ayniqsa, ballast yotqizig‘i ostiga geosetkalar o‘rnatilishi ballastning yon tomonga siljishini cheklab, uning donador tuzilmasini barqaror holatda ushlab turadi, natijada ballastning uzoq muddatli stabiligi va yo‘l geometriyasining saqlanishi ta‘minlanadi.

Chet el tajribasining umumiy yo‘nalishlari

AQShda temir yo‘l polotnosini geosintetik materiallar bilan mustahkamlash FRA standartlari asosida keng rivojlangan bo‘lib, geotekstil, georeshetka va geokompozit drenaj tizimlari eng ko‘p qo‘llaniladi. Geotekstillar qatlamlarni ajratishda va filtratsiyani barqarorlashtirishda, georeshetkalar esa dinamik yuklarni qayta taqsimlashda yuqori samaradorlik ko‘rsatadi. Geokompozit drenaj qatlamlari poydevor zonasida suv to‘planishini kamaytiradi. 2010–2023 yillardagi monitoringlar georeshetkalar qo‘llangan uchastkalarda vertikal cho‘kishlarning 45% ga, ballast barqarorligining 30–40% ga oshganini ko‘rsatgan.

Germaniyada (Deutsche Bahn AG) geosintetik materiallardan foydalanish qat‘iy texnik standartlar asosida amalga oshiriladi. Yuqori modulga ega georeshetkalar deformatsiyani cheklashda, geotekstillar ballast tarkibini saqlashda, drenaj geokompozitlari esa namlik yig‘ilishini kamaytirishda qo‘llanadi. Jarayon EV2 zichlik sinovlari, ballast zichlagichlarning vibratsion nazorati va georadar orqali qatlam holatini aniqlash bilan to‘liq nazorat qilinadi.

Yaponiyada geosintetiklar asosan seysmik barqarorlikni oshirish maqsadida qo‘llanadi. Geoyacheykalar uch o‘lchamli mustahkamlash orqali kuchli siljishlarni cheklaydi, drenaj geokompozitlari yog‘ingarchilik davrida gruntning suvga to‘yinganligini kamaytiradi, elastik geosintetik qatlamlar esa seysmik to‘lqinlarni so‘ndiradi. Natijalar seysmik deformatsiyalar 30–60% ga qisqarganini ko‘rsatadi.

Kanada va Skandinaviya mamlakatlarida asosiy e‘tibor muzlash–erish jarayonlarini kamaytirishga qaratilgan. Issiqlik barqarorlashtiruvchi membranalar muzlash chuqurligini nazorat qiladi, sovuqqa chidamli geotekstillar kapillyar ko‘tarilishni kamaytiradi, drenaj geokompozitlari esa erigan suvning polotnoga kirishiga yo‘l qo‘ymaydi. Buning natijasida muzlash chuqurligi 15–30% ga, mavsumiy deformatsiyalar esa sezilarli tarzda kamaygan.





Gesintetik materilallardan foydalanish

Optimal texnologik yechimlarni aniqlash

Temir yo‘l qurilishi va rekonstruksiya jarayonida optimal texnologik yechimni aniqlash — bu mavjud muhandislik-geologik sharoitlar, gruntning fizik-mexanik xususiyatlari va ekspluatatsion yuklar talablari asosida eng maqbul konstruksion yoki texnologik variantni tanlash jarayonidir. Ushbu jarayon oddiy texnik tanlov emas, balki grunt qatlamlarining holati, yer osti suvlari rejimi, relyefning tabiiy xususiyatlari va poezd harakatining dinamik ta’siri kabi omillarni chuqur tahlil qilishni talab qiladigan ilmiy-amaliy yondashuvdir.

Optimal yechimni aniqlash ko‘p mezonli tahlil tamoyillariga asoslanadi. Bunda gruntning yuk ko‘tarish qobiliyati, deformatsiya moduli, cho‘kish ehtimoli va barqarorlik darajasi bir butun tizim sifatida baholanadi. Shuningdek, hududning gidrogeologik sharoitida sodir bo‘ladigan uzoq muddatli o‘zgarishlar ham hisobga olinadi. Bu jarayonni ilmiy asoslashda matematik modellashirish katta ahamiyatga ega bo‘lib, kompyuter dasturlari yordamida yer polotnosining deformatsion xatti-harakati, mustahkamlovchi qatlamlarning samaradorligi va poezd yuklari ostida yuzaga keladigan kuchlanishlar oldindan baholanadi.

Optimallashtirishning iqtisodiy jihati ham muhim o‘rin egallaydi. Har bir texnologik yechimning hayotiy sikli, xizmat muddati, ta’mirlash chastotasi va umumiy ekspluatatsiya xarajatlari solishtiriladi. Texnik jihatdan kuchli bo‘lsa-da, iqtisodiy jihatdan samarasiz variant optimal deb qabul qilinmaydi. Shu sababli texnik va iqtisodiy ko‘rsatkichlar o‘zaro uyg‘un holda baholanadi.



Jarayonning yakuniy bosqichi dala sharoitidagi tajriba-sinovlarni o'z ichiga oladi. Sinov uchastkalarida mustahkamlash qatlamlari va konstruktsiyalarning real yuk ostida o'zini tutishi kuzatiladi va bu ma'lumotlar modellashtirish natijalari bilan solishtiriladi. Shunday qilib, optimal texnologik yechim — geotexnik barqarorlik, iqtisodiy samaradorlik va ekspluatatsion ishonchlilikni birlashtirgan variant sifatida aniqlanadi.

Xulosa

Chet el tajribasi shuni ko'rsatadiki, geosintetik materiallardan foydalanish temir yo'l yer polotnosining barqarorligini sezilarli darajada oshiradi, deformatsion jarayonlarni kamaytiradi va yo'lning xizmat muddati davomida ekspluatatsiya xarajatlarini minimal darajaga tushirish imkonini beradi. Tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, geosintetik mustahkamlash qatlamlari gruntning yuk ko'tarish qobiliyatini oshirish, suv ta'sirida barqarorlikni ta'minlash hamda cho'kish va siljishlarni kamaytirishda yuqori samaradorlikka ega.

Optimal texnologik yechim sifatida xorijiy amaliyotda eng ko'p qo'llaniladigan uch komponentli kompleks — georeshetka–geotekstil majmuasi, geokompozit drenaj qatlamlari hamda yacheykali mustahkamlash tizimlarining birgalikda qo'llanishi hisoblanadi. Georeshetka gruntни armirlash va yukni bir tekis taqsimlashni ta'minlasa, geotekstil qatlamlari gruntни ajratish, filtratsiya va mustahkamlash funksiyalarini bajaradi. Geokompozit drenaj tizimlari suvning tezkor chiqarilishini ta'minlab, namlanish natijasida polotnning yumshashining oldini oladi. Yacheykali geoyacheykalar esa qiyaliklar va ko'tarma yonbag'irlarining barqarorligini oshirib, eroziya jarayonlarini keskin kamaytiradi.

Mazkur kompleks texnologik yondashuv nafaqat temir yo'l polotnosining konstruktiv barqarorligini oshiradi, balki uzoq muddatli ekspluatatsiyada xizmat ko'rsatish samaradorligini ta'minlab, texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini ham kamaytiradi. Shu bois, xorijiy tajriba asosida ushbu yechimlar temir yo'l infratuzilmasini modernizatsiya qilishda eng maqbul va iqtisodiy jihatdan samarali variant sifatida tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Indraratna B., Ngo T. *Geogrid-Reinforced Railway Ballast: Experimental and Numerical Study*. Springer, 2024.
2. Esən A.F. *Long-Term Performance of Geosynthetic-Reinforced Railway Embankments*. Sustainability, 2023.
3. Das B.M. *Use of Geogrids in Railroad Beds*. Innovative Infrastructure Solutions, 2016.
4. Kwan C. *Geogrid Reinforcement of Railway Ballast*. University of Nottingham, PhD Thesis, 2006.
5. Fernandes G., Palmeira E.M. *Geosynthetic-Reinforced Sub-Ballast Performance*. Geosynthetics International, 2008.