



GEOSINTETIK MATERIALLAR BILAN KUCHAYTIRILGAN YER POLOTNESINING KUHLANGANLIK-DEFORMATSIYALANGANLIK HOLATINI HISOBLASH USULI

Mirzaxidova Ozoda Mirabdullayevna

Toshkent davlat transport Universiteti tayanch doktoranti

E - mail: ozoda_27@mail.ru

ABSTRACT: *The finite element method plays an important role in assessing the stress-strain state of the earthwork on high-speed railway lines. This approach allows modeling the behavior of geosynthetically reinforced structures under static and dynamic loads, determining the concentration of stresses in the zones of rail joints, as well as choosing optimal reinforcement schemes under technological "window" conditions. The distribution of deformations and displacements in the structural layers is determined taking into account the interaction between the ballast, the geosynthetic layer, and the soil, elastic properties, and boundary conditions. The results will serve to make scientifically based design decisions in railway repair.*

KEYWORDS: *Method of finite elements, geosynthetic materials, geotextile, earthwork of a flat geogrid, stress-strain state, zone of rail joints*

ANNOTASIYA: *Tez yurar temir yo'l magistrallarida yer polotnosining kuchlanish-deformatsiya holatini baholashda Chekli elementlar usuli muhim ahamiyatga ega. Ushbu yondashuv orqali geosintetik bilan kuchaytirilgan konstruksiyalarning statik va dinamik yuklamalar ostidagi xatti-harakatini modellashtirish, rels choklari zonalaridagi kuchlanish konsentratsiyasini aniqlash, shuningdek, texnologik "darcha" sharoitida optimal armirlash sxemalarini tanlash imkoniyati yaratiladi. Ballast, geosintetik qatlam va grunt orasidagi o'zaro ta'sirlar, elastiklik xossalari va chegaraviy shartlar hisobga olingan holda, konstruktiv qatlamlarda deformatsiyalar va siljishlar taqsimoti aniqlanadi. Natijalar temir yo'l ta'mirida ilmiy asoslangan loyihaviy qarorlar qabul qilishga xizmat qiladi.*

KALIT SO'ZLAR: *Chekli elementlar usuli, geosintetik materiallar, geotekstil, yassi geopanjara yer polotnosi, kuchlanish-deformatsiya holati, rels choklari zonasi,*

Temiryo'l yo'lini tez yurar harakat uchun ta'mirlashda yer polotnosini kuchaytirish texnologiyasining samaradorligi bevosita uning kuchlanish-deformatsiya holatini real ekspluatatsion yuklamalar sharoitida to'g'ri baholashga bog'liq. tez yurar magistrallarda yo'lning asosiy maydoncha konstruksiyasi statik, dinamik va iqlimiy omillar majmuasi ta'siriga duchor bo'ladi. Bularga notekis cho'kish, harakat tarkibidan kelib chiqadigan vibratsiya hamda gruntlarning mavsumiy namlik o'zgarishlari kiradi. Loyihaviy qarorlarni ishonchli asoslash va armirlovchi qatlamda



geosintetik materiallardan foydalanishni optimallashtirish uchun zamonaviy sonli tahlil usullaridan foydalanish zarur, ulardan eng muhimi - chekli elemenlar usulidir.

Chekli elemenlar usuli deformatsiyalanuvchi qattiq jism mexanikasining chegaraviy masalalarini yechish uchun universal sonli metod bo'lib, u murakkab muhandislik tizimlari, jumladan, armirlangan yer polotnosi bilan temir yo'l konstruksiyalarining xatti-harakatini modellashtirish imkonini beradi.

Chekli elemenlar usuli qo'llash kuchlanish-deformatsiya holatlarini hisoblashlarda ayniqsa samarali, chunki murakkab geometriya, materiallarning notekisligi va anizotropiyasi, shuningdek kuchlanish konsentratorlari (rels choklari zonalari, o'tish uchastkalari va lokal kuchaytirishlar) mavjud bo'lgan sharoitlarda aniq tahlil qilish imkonini beradi.

1. Konstruktsiyani diskretlashtirish. Yer polotnosi modeli va yo'lining yuqori qurilmasi cheklangan elementlarga bo'linadi va ular tugunlarda birlashtiriladi. Har bir element uchun ichidagi siljishlarni tavsiflovchi shakl funksiyalari beriladi. Bu yondashuv ballast, geosintetik qatlam va grunt xususiyatlarini alohida belgilash, shuningdek ular orasidagi kontakt o'zaro ta'sirlarni modellashtirish imkonini beradi.

2. Matematik ifodalash.

Chekli elemenlar usulida umumiy muvozanat tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$[K] \cdot \{u\} = \{F\}$$

bu yerda:

$[K]$ – konstruktsiyaning global bikirik matritsasi (alohida elementlarning lokal bikirlik matritsalarini $[K_e]$ yig'indisi orqali shakllantiriladi);

$\{u\}$ – tuguniy siljishlar vektori;

$\{F\}$ – tashqi yuklamalar vektori.

Lokal elementning bikirlik matritsasi quyidagicha ifodalanadi:

$$[K_e] = \int_v [B]^T [D] [B] dv$$

bu yerda:

$[B]$ – geometrik bog'lanishlar matritsasi (deformatsiyalarni tuguniy siljishlar bilan bog'laydi),

$[D]$ – materialning elastiklik xususiyatlari matritsasi (E moduli va Puasson koeffitsientiga bog'liq),

v – cheklangan element hajmi.

Armirlangan yer polotnosining kuchlanish-deformatsiya holatini hisoblashda kuchlanishlar, deformatsiyalar va siljishlarning konstruktiv qatlamlarda (ballast, geosintetik qatlam va asosiy maydoncha grunti) taqsimoti aniqlanadi.

Boshlang'ich ma'lumot sifatida materiallarning fizik-mexanik xususiyatlari, yo'l konstruksiyasi parametrlari va ishlarni bajarishning texnologik sharoitlari, jumladan, ta'mir vaqtida cheklangan "texnologik darcha" mavjudligi olinadi.

Alohida e'tibor kuchlanishlar konsentratsiyasi yuqori bo'lgan zonalarga qaratiladi, ular rels choklari zonasida (har ikki tomonda 6–10 ta shpala yoki jami 12–20 ta

shpala) yuzaga keladi. Bu texnologik ko'rsatmalar tavsiyalariga mos keladi. Ushbu joylarda yo'l konstruksiyasining mahalliy bikirligi o'zgaradi, bu esa tebranish amplitudasining ortishiga va qoldiq deformatsiyalarning tezroq to'planishiga olib keladi. Chekli elementlar usuli yordamida bu zonalarni batafsil tahlil qilish va ularning lokal kuchaytirish samaradorligini baholash mumkin.

- Yer polotnosi grundi fizik-mexanik xususiyatlariga qarab elastik-plastik yoki elastik-vazkoplastik muhit sifatida modellashtiriladi.

- Geosintetik materiallar (geotekstil, geopanjara) belgilangan bikrlikka ega chiziqli-elastik elementlar sifatida modellashtiriladi.

Asosning pastki chegarasida bikir mahkamlash yoki Vinkler tipidagi elastik asos sharti beriladi.

Yon chegaralarda gorizonttal siljishlarni cheklash sharti qo'llaniladi.

Harakatlanuvchi tarkib og'irligining statik tashkil etuvchisi.

Harakat tezligi, yukning notekisligi va choklar zonasidagi zarba ta'sirlarining ta'sirini hisobga oluvchi dinamik tashkil etuvchi

3. Hisoblashlarda turli materiallar xossalarni hisobga olish

Geosintetikadan armirolovovchi qatlam bilan yer polotnosining kuchlanish-deformasiya holatini hisoblash uchun elastiklik xossalari matritsasiga $[D]$ har bir material bo'yicha ma'lumotlar kiritiladi:

- Ballast: E_b, ν_b (chaqiq tosh uchun elastiklik moduli va Puasson koeffitsienti).
- Geosintetik: E_g (cho'zilishdagi elastiklik moduli), $\nu_g \approx 0$ (membran elementlar uchun shartli qabul qilinadi).
- Asosiy maydoncha grundi: E_s, ν_s (zichlanish darajasi va namlikni hisobga olgan holda).

4. Chegaraviy shartlar va yuklamalar yer polotnosi modelida chekli elementlar usuli quyidagilarni hisobga oladi:

- Asosiy maydonchani pastki chegarasida bikir mahkamlash (vertikal va gorizonttal siljishlar nolga teng).
- Qatlamlar orasida (ballast - geosintetik - grunt) kontakt elementlar orqali bog'lanish.
- Harakat tarkibidan tushadigan yuklamalar, ular rels va g'ildirak kontakt nuqtalarida kontsentratsiyalashgan kuchlar sifatida modellashtiriladi, dinamik koeffitsient φ_d hisobga olinadi:

$$P_d = P_{st} * \varphi_d$$

bu yerda

P_{st} – o'qqa tushadigan statik yuk,

φ_d – dinamiklik koeffitsienti (tez yurar harakat uchun 1,15–1,25).

Chekli elemenlar usulini qo'llashning afzalliklari:

- 12–20 ta shpala uzunligidagi rels choklari zonalarida yer polotnosining murakkab geometriyasi va yo'l konstruksiyasini modellashtirish;



- geosintetik bilan kuchaytirishning mahalliy ta'sirini hisobga olish;
- chuqurlik va ko'ndalang kesim bo'yicha kuchlanish va deformatsiyalarning taqsimlanishini tahlil qilish;
- plastik deformatsiyalar paydo bo'ladigan va qoldiq cho'kishlar to'planadigan zonalarini aniqlash;
- armirolovchi materiallarni cheklangan texnologik «darcha» sharoitida yotqizish sxemalarining samaradorligini baholash.

Chekli elementlar usuli nafaqat nazariy vosita, balki amaliy hisoblash metodi bo'lib, sonli modellashtirish natijalari bilan texnologik yechimlar o'rtasida bevosita bog'liqlikni ta'minlaydi.

Xulosa

Tez yurar temir yo'l magistrallarida yer polotnosining kuchlanish-deformatsiya holatini baholashda chekli elementlar usuli (qo'llanilishi konstruktiv qatlamlarning real ekspluatatsion sharoitdagi xatti-harakatini modellashtirish imkonini beradi. Ushbu yondashuv rels choklari zonalaridagi kuchlanish konsentratsiyasini aniqlash, geosintetik qatlam bilan mahalliy kuchaytirish samaradorligini baholash, shuningdek, texnologik "darcha" sharoitida optimal armirlash sxemalarini tanlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Natijalar temir yo'l ta'mirida ilmiy asoslangan loyihaviy qarorlar qabul qilishga xizmat qiladi va infratuzilma barqarorligini oshirishga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ашпиз Е.С. Мониторинг земляного полотна, направленный на обеспечение непрерывности движения поездов // В сб.: Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации железнодорожного пути. Труды XVI Международной научно технической конференции. Чтения посвященные памяти профессора Г.М. Шахунянца. 2020. С.19-24.
2. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь. – М.: Транспорт, 1987. – 520 с.
3. Бабков В.Ф. Железнодорожный путь и его эксплуатация. – М.: Маршрут, 2003. – 448 с
4. Мирзахидова О.М., Лесов, К.С., Уралов А.Ш., Кенжалиев, М.К. Повышение устойчивости пути в зонах рельсовых стыков за счёт применения геосинтетических армирующих материалов// Journal Engineer. -120-122, Special Issue| 2025
5. Лесов К. С., Абдужабаров А. Х., Кенжалиев М. К. Технология усиления основной площадки земляного полотна в зонах рельсовых стыков с применением геотекстиля // Известия Транссиба. – 2022. – №4 (52). – С. 106 – 114.
6. Lesov K.S., Abdujabarov A.X., Kenjaliyev M.K., Mirzakhidova O.M. Techno-economic evaluation of geotextile application as a separation layer and its contribution // E3S Web of Conferences, № 583, 2024, – p. 01008.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202458301008>

