

**TEMIR YO‘L KO‘PRIKLARINI TEXNIK KO‘RIKDAN O‘TKAZISH VA
DIAGNOSTIKA TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH****Isoqov Xusan Olim o‘g‘li***Toshkent davlat transport universiteti mustaqil tadqiqotchisi***Kenjayev T. O.***Toshkent davlat transport universiteti katta o‘qituvchi*

Annotatsiya: Mazkur maqolada temir yo‘l ko‘priklarini texnik ko‘rikdan o‘tkazish va diagnostika tizimini takomillashtirish masalalari ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Ko‘priklarning texnik holatini baholashda qo‘llanilayotgan an‘anaviy va zamonaviy diagnostika usullari, jumladan instrumental nazorat, lazerli skanerlash, geodezik monitoring hamda sensor texnologiyalarining afzalliklari yoritilgan. Shuningdek, diagnostika jarayonlarini raqamlashtirish, texnik ko‘rik natijalarini elektron axborot bazalarida yuritish va ekspluatatsiya xavfsizligini oshirishga qaratilgan ilmiy taklif hamda tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: temir yo‘l ko‘prigi, texnik ko‘rik, diagnostika, monitoring, ekspluatatsiya, texnik holat, raqamlashtirish, sensor texnologiyalari, harakat xavfsizligi, ekspluatatsiya ishonchliligi.

Kirish

Temir yo‘l transporti tizimida ko‘priklar muhim muhandislik inshootlari sifatida harakat xavfsizligi va tashish jarayonining uzluksizligini ta‘minlashda asosiy o‘rin egallaydi. Ularning uzoq muddat davomida ishonchli ekspluatatsiya qilinishi ko‘priklarning texnik holatini muntazam nazorat qilish, o‘z vaqtida diagnostika ishlarini amalga oshirish hamda aniqlangan nuqsonlarni bartaraf etish bilan chambarchas bog‘liq. Shu bois temir yo‘l ko‘priklarini texnik ko‘rikdan o‘tkazish va diagnostika tizimini takomillashtirish transport infratuzilmasining barqaror faoliyatini ta‘minlashning muhim shartlaridan biri hisoblanadi.

Bugungi kunda temir yo‘l transporti infratuzilmasiga tushayotgan yuklamaning ortib borishi, poyezdlar harakat tezligining oshishi hamda ko‘priklarning uzoq yillar davomida ekspluatatsiya qilinishi ularning konstruktiv elementlariga qo‘shimcha ta‘sir ko‘rsatmoqda. Natijada metall konstruksiyalarda korroziya, temir-beton elementlarda yoriqlar, tayanch qismlarida deformatsiyalar va boshqa texnik nuqsonlar yuzaga kelishi mumkin. Mazkur holatlar o‘z vaqtida aniqlanmasa, ular ekspluatatsiya xavfsizligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatishi ehtimoli ortadi.

Jahon amaliyotida temir yo‘l ko‘priklarini texnik ko‘rikdan o‘tkazish jarayonlari an’anaviy vizual kuzatuv bilan bir qatorda instrumental diagnostika, lazerli skanerlash, geodezik monitoring, ultratovush nazorati, dron texnologiyalari hamda sun’iy intellekt elementlariga asoslangan tahlil tizimlari yordamida amalga oshirilmoqda. Ushbu yondashuvlar ko‘priklarning texnik holati to‘g‘risida aniq va ishonchli ma’lumotlarni olish, ekspluatatsiya xavfini kamaytirish hamda texnik xizmat ko‘rsatish jarayonlarini optimallashtirish imkonini bermoqda.

O‘zbekiston temir yo‘l tizimida ham ko‘priklarni texnik ko‘rikdan o‘tkazish va diagnostika qilish bo‘yicha me‘yoriy talablar mavjud bo‘lsa-da, zamonaviy raqamli texnologiyalarni amaliyotga keng joriy etish, diagnostika natijalarini elektron ma’lumotlar bazasida yuritish hamda texnik qarorlarni ilmiy asosda qabul qilish mexanizmlarini yanada rivojlantirish zarurati saqlanib qolmoqda.

Adabiyotlar tahlili

Temir yo‘l ko‘priklarini texnik ko‘rikdan o‘tkazish va diagnostika qilish masalalari transport infratuzilmasining xavfsizligi hamda ishonchligini ta‘minlashda muhim ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda ushbu sohada olib borilgan tadqiqotlarda asosiy e‘tibor ko‘priklarning texnik holatini o‘z vaqtida aniqlash, ekspluatatsiya davrida yuzaga keladigan nuqsonlarni barvaqt bartaraf etish hamda texnik xizmat ko‘rsatish tizimini takomillashtirishga qaratilgan.

Xorijiy olimlarning ilmiy ishlarida ko‘priklarni texnik ko‘rikdan o‘tkazishda **Structural Health Monitoring (SHM)** tizimlari, ultratovush nazorati, magnit kukunli diagnostika, vibratsion tahlil, lazerli skanerlash va dron texnologiyalaridan foydalanishning samaradorligi asoslab berilgan. Mazkur usullar konstruksiyalardagi yashirin nuqsonlarni aniqlash, deformatsiyalarni muntazam kuzatish hamda ekspluatatsiya xavfini kamaytirishda yuqori aniqlikni ta‘minlashi qayd etilgan.

MDH mamlakatlarida amalga oshirilgan ilmiy tadqiqotlarda temir yo‘l ko‘priklarini davriy texnik ko‘rikdan o‘tkazish tartibi, konstruksiyalarning yuk ko‘tarish qobiliyatini aniqlash, metall elementlarning korroziyalanish darajasi hamda temir-beton konstruksiyalarda yuzaga keladigan yoriqlarni diagnostika qilish usullari keng yoritilgan. Ushbu tadqiqotlarda diagnostika natijalariga asoslangan texnik qarorlar ko‘priklarning xizmat muddatini uzaytirish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishning muhim omili sifatida e‘tirof etiladi.

Mamlakatimizda temir yo‘l ko‘priklarini texnik ko‘rikdan o‘tkazish amaldagi me‘yoriy hujjatlar asosida tashkil etilgan bo‘lsa-da, diagnostika jarayonlarini avtomatlashtirish, raqamli monitoring vositalaridan foydalanish va texnik ma’lumotlarni yagona axborot tizimida yuritish bo‘yicha ilmiy izlanishlar hali yetarli darajada shakllanmagan. Shu bois zamonaviy

diagnostika texnologiyalarini milliy temir yo‘l tizimiga joriy etish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlarni kengaytirish dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Metodologiya

Mazkur tadqiqotda temir yo‘l ko‘priklarini texnik ko‘rikdan o‘tkazish va diagnostika qilish tizimini takomillashtirishga qaratilgan ilmiy yondashuvlardan foydalanildi. Tadqiqotning nazariy asosini temir yo‘l transporti, ko‘priklar ekspluatatsiyasi, texnik diagnostika, monitoring tizimlari hamda xalqaro standartlarga oid ilmiy adabiyotlar va me‘yoriy hujjatlar tashkil etdi.

Tadqiqot jarayonida **qiyosiy tahlil, tizimli yondashuv, ilmiy umumlashtirish, analitik tahlil, statistik ma‘lumotlarni o‘rganish** hamda **ekspert baholash** usullaridan foydalanildi. Xorijiy davlatlarda qo‘llanilayotgan diagnostika usullari O‘zbekiston temir yo‘l tizimidagi amaldagi texnik ko‘rik tartiblari bilan taqqoslandi va ularning samaradorligi baholandi.

Shuningdek, texnik ko‘rik jarayonida qo‘llaniladigan vizual nazorat, instrumental o‘lchash, ultratovush diagnostikasi, geodezik monitoring, lazerli skanerlash, sensor texnologiyalari va uchuvchisiz uchish apparatlari (dronlar) yordamida nazorat qilish usullarining afzalliklari hamda qo‘llash imkoniyatlari ilmiy jihatdan tahlil qilindi.

Tadqiqot metodologiyasining asosiy yo‘nalishi diagnostika jarayonlarini raqamlashtirish, texnik ko‘rik natijalarini elektron ma‘lumotlar bazasida shakllantirish, sun‘iy intellekt elementlaridan foydalangan holda nuqsonlarni prognozlash hamda riskka asoslangan texnik xizmat ko‘rsatish modelini ishlab chiqishga qaratildi. Ushbu metodologik yondashuv temir yo‘l ko‘priklarining ekspluatatsiya ishonchligini oshirish, texnik qarorlar qabul qilish sifatini yaxshilash va harakat xavfsizligini ta‘minlashga xizmat qiladi.

Natijalar va nazariy tahlil

Temir yo‘l ko‘priklarini texnik ko‘rikdan o‘tkazish va diagnostika qilish tizimini takomillashtirish bo‘yicha olib borilgan ilmiy tahlillar shuni ko‘rsatdiki, mavjud ekspluatatsiya tizimida ko‘priklarning texnik holatini baholash asosan rejalashtirilgan davriy ko‘riklar asosida amalga oshiriladi. Bunday yondashuv ko‘priklarning umumiy texnik holatini nazorat qilish imkonini bersa-da, ekspluatatsiya jarayonida yuzaga keladigan barcha konstruktiv o‘zgarishlarni o‘z vaqtida aniqlash imkoniyatini to‘liq ta‘minlay olmaydi. Ayniqsa, ko‘priklarning asosiy yuk ko‘taruvchi elementlarida hosil bo‘ladigan ichki nuqsonlar, charchash jarayonlari hamda korroziya ta‘siri tashqi kuzatuv orqali har doim ham aniqlanmaydi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, texnik ko‘rikni faqat vizual nazorat bilan cheklash ekspluatatsiya xavfsizligini ta‘minlash uchun yetarli emas. Chunki zamonaviy temir yo‘l transportida harakat intensivligining ortishi, yuk poyezdlari massasining oshishi va yuqori tezlikda harakatlanadigan tarkiblarning ko‘payishi ko‘prik konstruksiyalariga qo‘shimcha

dinamik yuklamalar ta'sir etishiga olib kelmoqda. Natijada konstruktiv elementlarda asta-sekin rivojlanadigan deformatsiyalar, metall charchashi, payvand choklarining zaiflashuvi hamda beton konstruksiyalardagi mikro yoriqlar ekspluatatsiya xavfsizligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Tadqiqot davomida zamonaviy diagnostika usullarining ilmiy-amaliy imkoniyatlari tahlil qilindi. Olingan natijalar instrumental diagnostika usullarining aniqligi an'anaviy ko'riklarga nisbatan ancha yuqori ekanligini ko'rsatdi. Xususan, ultratovush diagnostikasi yordamida metall konstruksiyalardagi ichki nuqsonlar, lazerli skanerlash orqali geometrik o'zgarishlar, geodezik monitoring orqali tayanchlarning cho'kishi va siljishlari, vibratsion tahlil orqali esa konstruksiyalarning dinamik holati yuqori aniqlik bilan baholanishi mumkinligi aniqlandi.

Bundan tashqari, raqamli monitoring tizimlari yordamida ko'priklarning texnik holatini doimiy kuzatish imkoniyati mavjudligi ilmiy jihatdan asoslandi. Sensor texnologiyalari orqali deformatsiyalar, harorat o'zgarishlari, yuklama ta'siri, tebranish amplitudalari hamda konstruktiv elementlarning kuchlanish holati uzluksiz nazorat qilinadi. Mazkur ma'lumotlar maxsus dasturiy ta'minot orqali qayta ishlanib, ekspluatatsiya jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavf omillarini oldindan prognoz qilish imkonini beradi.

Shuningdek, tadqiqot davomida diagnostika natijalarini elektron axborot bazalarida jamlash va ularni yagona boshqaruv platformasiga integratsiya qilishning afzalliklari ham tahlil qilindi. Amaliyot shuni ko'rsatadiki, har bir ko'prik bo'yicha ekspluatatsiya tarixi, o'tkazilgan texnik ko'riklar, aniqlangan nuqsonlar hamda bajarilgan ta'mirlash ishlari haqidagi ma'lumotlarning tizimli ravishda saqlanishi kelgusidagi ekspluatatsiya qarorlarini ilmiy asosda qabul qilish imkonini yaratadi. Bu esa texnik xizmat ko'rsatish jarayonlarini rejalashtirish sifatini sezilarli darajada oshiradi.

Nazariy jihatdan texnik ko'rik va diagnostika tizimi temir yo'l ko'priklarini boshqarishning uzluksiz siklini tashkil etadi. Mazkur sikl texnik nazorat, nuqsonlarni aniqlash, ularni baholash, ekspluatatsiya xavfini prognoz qilish va texnik qaror qabul qilish bosqichlarini o'z ichiga oladi. Ushbu bosqichlarning har biri o'zaro uzviy bog'liq bo'lib, ulardan birortasidagi kamchilik butun ekspluatatsiya tizimining samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Ilmiy nuqtai nazardan diagnostika tizimini takomillashtirishning asosiy maqsadi mavjud nuqsonlarni aniqlash emas, balki ularning rivojlanish qonuniyatlarini o'rganish va kelgusida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan texnik nosozliklarni oldindan prognoz qilishdan iborat. Aynan prognozlash tamoyiliga asoslangan ekspluatatsiya modeli bugungi kunda rivojlangan davlatlar temir yo'l tizimlarida keng qo'llanilmoqda. Ushbu model texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytirish bilan bir qatorda ko'priklarning xizmat muddatini uzaytirishga ham xizmat qiladi.

Bundan tashqari, texnik diagnostika natijalarini sun'iy intellekt texnologiyalari yordamida qayta ishlash istiqbolli ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Katta hajmdagi ekspluatatsiya ma'lumotlarini tahlil qilish orqali sun'iy intellekt algoritmlari konstruksiyalarda yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xavfli o‘zgarishlarni oldindan aniqlashi hamda mutaxassislariga optimal texnik qarorlarni tavsiya qilishi mumkin. Bu esa inson omili ta'sirini kamaytirish, diagnostika aniqligini oshirish va ekspluatatsiya jarayonlarini avtomatlashtirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari shuni tasdiqlaydiki, temir yo‘l ko‘priklarini texnik ko‘rikdan o‘tkazish va diagnostika qilish tizimini zamonaviy ilmiy yondashuvlar asosida takomillashtirish transport infratuzilmasining barqaror ishlashini ta'minlashning muhim omillaridan biridir. Diagnostika jarayonlarining raqamlashtirilishi, zamonaviy nazorat vositalarining qo‘llanilishi hamda ekspluatatsiya ma'lumotlarini kompleks tahlil qilish ko‘priklarning texnik ishonchliligini oshirish, harakat xavfsizligini mustahkamlash va texnik xizmat ko‘rsatish tizimini yangi bosqichga olib chiqishga xizmat qiladi.

Shunday qilib, temir yo‘l ko‘priklarini texnik ko‘rikdan o‘tkazish va diagnostika tizimini takomillashtirish nafaqat mavjud ekspluatatsiya muammolarini bartaraf etish, balki kelgusida temir yo‘l infratuzilmasini raqamli boshqarish konsepsiyasini shakllantirishning ham muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Mazkur yondashuv ekspluatatsiya xavfsizligini oshirish, iqtisodiy samaradorlikni ta'minlash hamda transport tizimining uzoq muddatli barqaror rivojlanishiga xizmat qiluvchi ilmiy-amaliy asos sifatida baholanadi.

Xulosa

Temir yo‘l ko‘priklarini texnik ko‘rikdan o‘tkazish va diagnostika qilish tizimi transport infratuzilmasining xavfsiz va uzluksiz faoliyat yuritishini ta'minlovchi asosiy omillardan biridir. Ko‘priklarning ekspluatatsiya davridagi texnik holatini muntazam nazorat qilish, konstruktiv elementlarda yuzaga kelayotgan o‘zgarishlarni o‘z vaqtida aniqlash hamda ilmiy asoslangan texnik qarorlarni qabul qilish ularning ishonchliligi va xizmat muddatini sezilarli darajada oshiradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, amaldagi texnik ko‘rik tizimi temir yo‘l ko‘priklarining umumiy holatini baholash imkonini bersa-da, zamonaviy ekspluatatsiya talablarini to‘liq qondirish uchun diagnostika usullarini yanada takomillashtirish zarur. Ayniqsa, instrumental nazorat vositalari, avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari, lazerli skanerlash, geodezik kuzatuv va sensor texnologiyalaridan foydalanish diagnostika aniqligini oshirish bilan bir qatorda nosozliklarni dastlabki bosqichlarda aniqlash imkoniyatini yaratadi.

Shuningdek, texnik ko‘rik natijalarini raqamli axborot bazalarida jamlash va ularni yagona boshqaruv tizimi orqali tahlil qilish ekspluatatsiya jarayonlarini ilmiy asosda tashkil etish uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Diagnostika ma'lumotlarining tizimli ravishda yig‘ilishi

va qayta ishlanishi ko‘priklarning texnik holatini uzoq muddatli prognozlash, ta‘mirlash ishlarini rejalashtirish hamda ekspluatatsiya xarajatlarini optimallashtirish imkonini beradi.

Maqolada olib borilgan nazariy tahlillar asosida texnik ko‘rik va diagnostika tizimini takomillashtirishning ustuvor yo‘nalishlari sifatida zamonaviy diagnostika uskunalari keng joriy etish, raqamli monitoring texnologiyalaridan foydalanish, texnik ko‘riklarni xalqaro standartlar asosida tashkil etish hamda sun‘iy intellekt elementlarini diagnostika jarayonlariga tatbiq etish zarurligi asoslandi. Ushbu yondashuvlar ko‘priklarning texnik holatini baholash sifatini oshirish bilan birga, harakat xavfsizligini ta‘minlash va favqulodda holatlarning oldini olishda ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa qilib aytganda, temir yo‘l ko‘priklarini texnik ko‘rikdan o‘tkazish va diagnostika tizimini kompleks ravishda takomillashtirish transport infratuzilmasining ishonchliligini oshirish, ekspluatatsiya samaradorligini yuksaltirish hamda temir yo‘l tarmog‘ining barqaror rivojlanishini ta‘minlashning muhim shartlaridan biri hisoblanadi. Mazkur tadqiqot natijalari diagnostika jarayonlarini modernizatsiya qilish, texnik xizmat ko‘rsatish tizimini takomillashtirish hamda temir yo‘l ko‘priklarini boshqarishning zamonaviy ilmiy-amaliy modelini shakllantirishda foydalanish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasining 2019-yil 29-oktabrdagi "Temir yo‘l transporti to‘g‘risida"gi O‘RQ–576-son Qonuni.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF–60-son Farmoni – *2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida*.
3. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining temir yo‘l transporti infratuzilmasidan foydalanish va uning xavfsizligini ta‘minlashga oid me‘yoriy-huquqiy hujjatlari.
4. ShNQ 2.05.03-12. *Ko‘priklar va quvurlar*. Qurilish me‘yorlari va qoidalari. – Toshkent, 2012.
5. СП 35.13330.2011. *Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03–84*. – Москва: Минрегион России, 2011.
6. UIC Code 778-3R. *Recommendations for the Inspection, Assessment and Maintenance of Railway Bridges*. – Paris: International Union of Railways (UIC), 2008.
7. ISO 13822:2010. *Bases for Design of Structures – Assessment of Existing Structures*. – Geneva: International Organization for Standardization, 2010.

8. EN 1991-2: Eurocode 1. *Actions on Structures – Part 2: Traffic Loads on Bridges.* – Brussels: CEN, 2003.

9. Frangopol D.M., Soliman M. *Life-Cycle Design, Assessment and Maintenance of Civil Infrastructure Systems.* Structure and Infrastructure Engineering, 2016.

10. Farrar C.R., Worden K. *Structural Health Monitoring: A Machine Learning Perspective.* John Wiley & Sons, 2013.