

ENGINEER



international scientific journal

SPECIAL ISSUE

E-ISSN

3030-3893

ISSN

3060-5172



SLIB.UZ
Scientific library of Uzbekistan



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



ENGINEER

A bridge between science and innovation

E-ISSN: 3030-3893

ISSN: 3060-5172

SPECIAL ISSUE

16-february, 2026



engineer.tstu.uz

**ABDURAXMON ASIMOVICH ISHANXODJAYEV TAVALLUDINING
85 YILLIGIGA BAG'ISHLANGAN
“TRANSPORT INSHOOTLARI: ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR,
SEYSMIK BARQARORLIK”
MAVZUSIDAGI XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI
ILMIY ISHLARI TO'PLAMI**

Toshkent davlat transport universiteti texnika fanlari doktori, professor, transport qurilishi sohasida taniqli olim, fan va texnika sohasidagi Abu Rayhon Beruniy nomli O'zbekiston Davlat mukofoti laureati, “Shuxrat belgisi” ordeni, “Sharaflı mehnati uchun” medali, “Oliy talim fidoiysi”, Oliy talim alochisi”, “SSSR ixtirochisi”, “Yo'l ustalarning ustozı”, “Seysmik xavfsizlik sohasi alochisi” ko'krak nishonlari sohibi **Abduraxmon Asimovich Ishanxodjayev tavalludining 85 yilligiga bag'islangan “Transport inshootlari: zamonaviy texnologiyalar, seysmik barqarorlik” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya ilmiy ishlari to'plami chop etildi.**

Abduraxmon Asimovich 100 dan ortiq ilmiy asarlar, shu jumladan, 2 ta monografiya, 2 ta darslik, 18 ta chet elda chop etilgan ilmiy maqola va ishlab chiqarishga tadbıq etilgan 6 ta ixtiroga berilgan guvohnoma va patentlar muallifidir. Uning ilmiy maslahatchiligi va ilmiy rahbarligida 2 ta doktorlik, 8 ta nomzodlik va 4 ta texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) ilmiy darajalariga dissertatsiyalar yoqlandi, ko'p sonli ilmiy-tadqiqot mavzulari – fundamental va amaliy Ilmiy grantlar, yo'l-ko'prik qurilishi bo'yicha Respublika va soha me'yoriy hujjatlari yaratganlar.

Ishanxodjayev Abduraxmon Asimovich 1962 yilda Toshkent temir yo'l muhandislari institutini “Sanoat va fuqaro qurilishi” mutaxassisligi bo'yicha tugatib, bir yil O'zbekiston suv xo'jaligi Davlat loyiha instituti muhandisi, to'rt yil “Toshshaxarqurilish Bosh Boshqarmasi” qurilish tashkilotlarida qurilish ustasi va ish bajaruvchi lavozimlarida ishladi. Shu davrda u hozirgi Respublika Prezidenti devoni binosi qurilishida ishtirok etdi, Toshkent viloyati Bo'stonliq rayoni “Chimyon” dam olish zonasida tiklanayotgan “Quyoshli” pioner lager qurilishiga rahbarlik qildi. Nihoyat, u 5-yillik loyiha va ishlab chiqarish tajribasiga ega mutaxassis sifatida 1967-yil dekabrda O'zbekiston Fanlar Akademiyasi mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi institutiga, ushbu institut direktori, o'sha paytda fan nomzodi, keyinchalik akademik Tursunboy Rashidov ilmiy rahbarligida aspiranturaga kiradi va keyingi 20-yil davomida kichik va katta ilmiy hodim, laboratoriya mudiri lavozimlarida faoliyat ko'rsatdi.

Shu davrda uning bevosita rahbarligi va ishtirokida O'zbekiston Fanlar Akademiyasi mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi institutida dunyoda yagona “Metropolitanlar zilzilabardoshligi” laboratoriyasi tashkil etildi. Ushbu laboratoriya Toshkent metropoliteni Chilonzor metro yo'lini noqulay grunt sharoitlari va yuqori seysmik zonada loyihalash va qurishda, metro qurilishi tajribasida birinchi bo'lib yirik yig'ma temirbeton elementlardan tiklanadigan yurish va bekat tonnellarining yangi, zilzilabardosh konstruksiyalari yaratish va tadbıq etishda faol qatnashdi. Toshkent metrosi Chilonzor yo'lining qurilgan bo'laklarida ulkan eksperimental tadqiqotlar o'tkazildi, metro tajribasida birinchi bo'lib muhandis-seysmometrik kuzatuvlar tashkil qilindi. Laboratoriya ilmiy xodimlari va izlanuvchilaridan 10 dan ortiq kishi nomzodlik va doktorlik dissertatsiyalari yoqladilar. Kafedrada bajarilgan ilmiy-tadqiqotlar natijalarining ishlab chiqarishga tadbıqidan hosil bo'lgan katta miqdordagi iqtisodiy samara institut va O'zbekiston Fanlar Akademiyasi hisobotlarida qayd etildi.



Ustozimiz 30 yildan ortiq muddatda rahbarlik qilgan Toshkent avtomobil-yo'llar instituti "Ko'priklar va transport tonnelli" kafedrasida O'zbekiston Respublikasi, shuningdek, Osiyo, Afrika va Lotin Amerikasi mamlakatlari uchun ko'priksizlik bo'yicha oliy malumotli kadrlar tayyorladilar. Shuni qayd etish lozimki, professor Ishanxodjaev Abduraxmon Asimovich turli yillarda Tojikiston va Qirg'iziston Respublikalari hududlarida, Armaniston Respublikasining Spitak shahrida ro'y bergan kuchli zilzilalar oqibatlarini o'rganish va tahlil qilishda, sobiq Ittifoq Fanlar Akademiyasi prezidiumi qoshidagi seysmologiya va zilzilabardosh qurilish bo'yicha idoralararo kengash azosi sifatida faol ishtirok etdi. Keyingi yillarda u Toshkent shahri va Respublikada qurilayotgan ulkan transport inshootlari konstruksiyalari, shu jumladan Toshkent metropoliteni yer usti xalqa yo'li konstruksiyalarini ekspertiza qilish jarayonlarida ham bevosita ishtirok etdi.

Ishanxodjaev Abduraxmon Asimovich 50 yildan ortiq davrda ilmiy darajalar beruvchi ixtisoslashgan va ilmiy kengashlarning raisi, ilmiy kotibi, a'zosi va ushbu kengashlar qoshidagi ilmiy seminar raisi sifatida 300 dan ortiq mutaxassislarning doktorlik, nomzodlik va falsafa doktori ilmiy darajasini olish jarayonida qatnashdi. Hozirda u Toshkent Davlat Transport Universiteti huzuridagi doktorlik dissertatsiyalari himoyasi bo'yicha ilmiy kengash a'zosi va ushbu ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, O'zbekiston mexanika jamiyatining kengashi a'zosi, Sharof Rashidov nomli Samarqand Davlat universiteti va O'zbekiston Fanlar Akademiyasi seysmologiya instituti qoshidagi doktorlik dissertatsiyalari himoyasi bo'yicha ilmiy kengashlar a'zosi sifatida ilmiy darajadagi mutaxassislar tayyorlashda faol ishtirok etmoqdalar.

Mazkur ilmiy-amaliy konferensiyaning maqsadi transport qurilishi sohasida olib borilayotgan zamonaviy ilmiy tadqiqotlar yo'nalishlarini muhokama qilish, jumladan ko'priklar va tunnellar qurilishi, metropolitenlar, yuqori seysmik hududlarda transport obyektlarining ishonchliligi va seysmik mustahkamligi, zamonaviy hisoblash va loyihalash usullari, hamda innovatsion muhandislik yechimlari bo'yicha ilmiy natijalar almashuvini ta'minlashdan iboratdir.

Konferensiyada O'zbekiston Respublikasi hamda xorijiy mamlakatlarning oliy o'quv yurtlari va ilmiy-tadqiqot institutlari olimlari, shuningdek, muhim ilmiy tadqiqot natijalariga ega bo'lgan ishlab chiqarish vakillari o'z ilmiy ishlari bilan ishtirok etdilar.

"Transport inshootlari: zamonaviy texnologiyalar, seysmik barqarorlik" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyaning asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

1. Transport inshootlari uchun zamonaviy konstruktiv yechimlar va materiallar;
2. Ko'priklar hamda yo'l o'tkazgichlarni diagnostika qilish, ta'mirlash va mustahkamlash texnologiyalari;
3. Seysmik hududlarda transport inshootlarini loyihalash va ekspluatatsiya qilishdagi dolzarb masalalar;
4. Ilg'or xorijiy tajriba, innovatsion yondashuvlar va amaliy tavsiyalar.

Ushbu ilmiy-ma'rifiy to'plam Abduraxmon Asimovich Ishanxodjaevning tabarruk 85 yoshga to'lishi munosabati bilan nashr etilib, unda transport qurilishi sohasida faoliyat yuritayotgan yetakchi olimlar, professor-o'qituvchilar va malakali mutaxassislarning ilmiy izlanishlari jamlangan. To'plamda transport qurilishining dolzarb muammolari, zamonaviy muhandislik yechimlari, ilmiy-nazariy va amaliy tadqiqot natijalari yoritilib, ushbu sohaning bugungi holati va istiqboldagi rivojlanish yo'nalishlari aks ettirilgan. Mazkur nashr Abduraxmon Asimovichning transport qurilishi faniga qo'shgan ulkan hissasiga nisbatan chuqur hurmat va e'tirof ramzi sifatida tayyorlangan.



Monitoring the technical condition of operating transport tunnels

Sh.U. Normurodov¹^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This scientific work is devoted to the issues of monitoring the technical condition of operating transport tunnels. The study analyzes modern methods for determining and assessing deformations, cracks, settlements, and other malfunctions arising during the operation of tunnel structures. The importance of monitoring systems in ensuring the safe and reliable operation of transport tunnels is substantiated. The work examines the advantages and disadvantages of geodetic, geotechnical, and automated monitoring methods based on domestic and foreign scientific sources. Natural and man-made factors affecting tunnel structures, including rock deformation, the influence of groundwater, seismic activity, and increased loads, were also analyzed. Based on the monitoring results, the possibilities of assessing the technical condition and preventing emergencies are highlighted.

Keywords: Transport tunnel, operation, technical condition, monitoring, geotechnical, storage, current inspection, periodic inspection, special inspection, inspection and testing of artificial structures, conductivity, load-bearing capacity, durability assessment

Ekspluatatsiya qilinayotgan transport tonnellarining texnik holatini monitoring qilish

Sh.U. Normurodov¹^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada ekspluatatsiya qilinayotgan transport tonnellarining texnik holatini monitoring qilish masalalariga bag'ishlangan. Tadqiqotda tunnel konstruksiyalarining ekspluatatsiya jarayonida yuzaga keladigan deformatsiyalar, yoriqlar, cho'kishlar hamda boshqa nosozliklarni aniqlash va baholashning zamonaviy usullari tahlil qilingan. Transport tonnellarining xavfsiz va ishonchli ishlashini ta'minlashda monitoring tizimlarining ahamiyati asoslab berilgan.

Ishda mahalliy va xorijiy ilmiy manbalar asosida geodezik, geotexnik va avtomatlashtirilgan monitoring usullarining afzalliklari va kamchiliklari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, tunnel konstruksiyalariga ta'sir etuvchi tabiiy va texnogen omillar, jumladan, tog' jinslarining deformatsiyasi, grunt suvlarining ta'siri, seysmik faollik va yuklamalarning ortishi tahlil etilgan. Monitoring natijalari asosida texnik holatni baholash va avariya holatlarning oldini olish imkoniyatlari yoritib berilgan.

Kalit so'zlar: Transport tunneli, ekspluatatsiya, texnik holat, monitoring, geotexnik nazorat, saqlash, joriy ko'rik, davriy ko'rik, maxsus ko'rik, sun'iy inshootlarni tekshirish va sinash, o'tkazish qobiliyati, yuk ko'tarish qobiliyati, chidamlilikni baholash

1. Kirish

Bugungi kunda transport infratuzilmasini rivojlantirish jarayonida tonnellar muhim strategik obyektlardan biri hisoblanadi. Avtomobil va temir yo'l tonnellarining xavfsiz va uzluksiz ishlashi mamlakat iqtisodiy taraqqiyoti, yuk va yo'lovchi tashish samaradorligi hamda aholi xavfsizligi bilan chambarchas bog'liq. Ayniqsa, tog'li hududlarda, yirik shaharlar va tranzit yo'laklarda joylashgan transport tonnellarining ekspluatatsiya jarayonida texnik holatini doimiy nazorat qilib borish dolzarb masalalardan biridir.

Ekspluatatsiya davrida tonnellar turli tashqi va ichki omillar ta'sirida deformatsiyaga uchrashi mumkin. Bular jumlasiga tog' jinslarining siljishi, grunt suvlarining ta'siri, yuklamalarning ortishi, seysmik faollik, harorat va namlik o'zgarishlari, shuningdek, qurilish materiallarining eskirishi kiradi. Ushbu omillar tunnel konstruksiyalarining mustahkamligi va barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatib,

favqulodda holatlar yuzaga kelishiga sabab bo'lishi mumkin [1].

Shu sababli, ekspluatatsiya qilinayotgan transport tonnellarining texnik holatini monitoring qilish zamonaviy muhandislik amaliyotining ajralmas qismi hisoblanadi. Monitoring tizimlari orqali tunnel konstruksiyalarida yuz berayotgan deformatsiyalar, yoriqlar, cho'kishlar va boshqa nosozliklarni erta aniqlash, ularning rivojlanish dinamikasini baholash hamda oldini olish choralari ko'rish imkoniyati yaratiladi. Mazkur ishning asosiy maqsadi ekspluatatsiya qilinayotgan transport tonnellarining texnik holatini monitoring qilish usullari va tizimlarini tahlil qilish, ularning samaradorligini baholash va takomillashtirish yo'llarini aniqlashdan iborat.

Transport tonnellarining texnik holatini monitoring qilish masalalari ko'plab mahalliy va xorijiy olimlar tomonidan o'rganilgan. Ilmiy adabiyotlarda tunnel konstruksiyalarining ishonchiligi, uzoq muddatli

^a <https://orcid.org/0000-0001-9552-5384>



eksploatatsiyasi va xavfsizligini ta'minlashda monitoringning o'rni alohida ta'kidlanadi.

Ko'plab tadqiqotlarda N.A. Protodyakonov, V.I. Karpov, B.S. Sokolov va boshqalarning tunnel qurilishi va eksploatatsiyasida geotexnik monitoringning ahamiyati yoritilgan. Ushbu ishlarda tog' jinslarining deformatsiyasi, mustahkamlovchi konstruksiyalarning holati va grunt bosimlarini nazorat qilish usullari keng ko'rib chiqilgan. Mualliflar monitoring ma'lumotlari asosida tunnelning xavfsizlik darajasini baholash mumkinligini asoslab berganlar.

Tunnel konstruksiyalari va qurilmalarining nazorat qilinadigan miqdor va sifat ko'rsatkichlarining o'zgarishini baholash uchun ularning monitoringi olib boriladi. Monitoringning muhim tarkibiy qismi dastlabki maxsus tekshiruv bo'lib, u uchta o'zaro bog'liq bosqichda amalga oshiriladi: tayyorgarlik ishlari, dastlabki (vizual) tekshiruv, batafsil (instrumental) tekshiruv[2-3].

Tayyorgarlik ishlari tekshiruv obyekti, tunnel konstruksiyasi va qurilishi bo'yicha loyiha va ijro hujjatlari, eksploatatsiya va o'tkazilgan ta'mirlash va rekonstruksiya bo'yicha hujjatlar bilan tanishishni, shuningdek, avvalgi tekshiruvlar natijalarini tahlil qilishni nazarda tutadi.

Loyiha hujjatlari bo'yicha loyiha tashkiloti - loyiha muallifi, uning ishlab chiqilgan yili, inshootning konstruktiv sxemasi, loyihada qo'llanilgan konstruksiyalar to'g'risidagi ma'lumotlar, yig'ma elementlarning montaj sxemalari, ularni tayyorlash va tunnel qazish vaqti, tunnel, uning elementlari va konstruksiyalarining geometrik o'lchamlari, hisob sxemalari, loyihaviy yuklamalar, qurilish materiallarining tavsiflari va boshqalar aniqlanadi.

Konstruksiyalarni tayyorlash va tunnel qazish to'g'risidagi ma'lumotlar bilan qurilishni amalga oshirgan qurilish tashkilotlarining, materiallar va konstruksiyalarni yetkazib beruvchilarning nomlari, buyumlar va materiallarning sertifikatlari va pasportlari, amalga oshirilgan almashtirishlar va loyihadan chetga chiqishlar to'g'risidagi ma'lumotlar belgilanadi.

Tunnel konstruksiyalaridan foydalanishni va tekshirish o'tkazish zaruriyatini keltirib chiqargan eksploatatsion ta'sirlarni tavsiflovchi materiallar va ma'lumotlar bo'yicha konstruksiyalarga tashqi ta'sirning xarakteri, atrof-muhit to'g'risidagi ma'lumotlar, eksploatatsiya paytida namoyon bo'lgan nuqsonlar, shikastlanishlar va boshqalar to'g'risidagi ma'lumotlar aniqlanadi.

Tunnel kesishmasini tekshirishga tayyorgarlik bosqichida texnik topshiriq asosida ishlar dasturi tuziladi. Unda tekshirishning maqsad va vazifalari, tekshirilishi lozim bo'lgan qurilish konstruksiyalari va jihozlari ro'yxati ko'rsatiladi, joylar belgilanadi, asboblardan o'lchash va sinash usullari belgilanadi. Dasturda, shuningdek, materiallarni ochish va namuna olish, namunalarni laboratoriya sharoitida tekshirish joylari, zarur tekshirish hisob-kitoblari ro'yxati va boshqalar ko'rsatiladi.

Dastlabki (vizual) tekshiruv tashqi belgilar bo'yicha qurilish konstruksiyalarining texnik holatini oldindan baholash va batafsil instrumental tekshiruv o'tkazish zarurligini asoslash uchun o'tkaziladi. Dastlabki tekshirishning asosi inshoot va alohida konstruksiyalarni o'lchov asboblari va priborlari (binokl, fotoapparat, ruletk, shtangensirkul, shchup va boshqalar) yordamida ko'zdan kechirish hisoblanadi.

Bunda ko'rindigan nuqsonlar aniqlanadi va qayd etiladi, nazorat o'lchovlari o'tkaziladi, nuqsonli uchastkalarining tavsifi, chizmalari, fotosuratlarini olinadi, nuqsonlarning joylari va xususiyatlarini qayd etgan holda ularning sxemalari va vedomostlari tuziladi. Inshoot va

alohida qurilish konstruksiyalarining o'ziga xos deformatsiyalari (egilishlar, qiyshayishlar, bukilishlar, qiyshayishlar, uzilishlar va boshqalar) mavjudligini tekshirish o'tkaziladi. Agar avariya uchastkalari mavjud bo'lsa, ularning mavjudligini aniqlaydi.

Vizual tekshirish natijalari bo'yicha qurilish konstruksiyalarining texnik holatiga dastlabki baho beriladi, u shikastlanish darajasi va nuqsonlarning xarakterli belgilari bo'yicha aniqlanadi. Nuqsonlarning qayd etilgan manzarasi va ularning kelib chiqish sabablarini sinchiklab tahlil qilish ba'zi hollarda konstruksiyalarning holatini baholash va xulosa chiqarish uchun yetarli bo'lishi mumkin. Agar vizual tekshiruv natijalari qo'yilgan vazifalarni hal qilish uchun yetarli bo'lmasa, batafsil instrumental tekshiruv o'tkaziladi. Bu holda tegishli ish dasturi ishlab chiqiladi.

Agar vizual tekshiruvda inshootning yuk ko'taruvchi konstruksiyalarining mustahkamligi, turg'unligi va bikrligini pasaytiruvchi nuqsonlar aniqlansa, batafsil tekshirish dasturiga muhandislik-geologik tadqiqotlar kiritiladi. Avariya holati yuzaga kelganligidan dalolat beruvchi belgilar aniqlangan taqdirda zudlik bilan ehtimoliy qulashning oldini olish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqiladi.

Batafsil instrumental tekshirish qo'yilgan vazifalarga, loyiha-texnik hujjatlarning mavjudligi va to'liqligiga, nuqsonlar va shikastlanishlarning xususiyati va darajasiga qarab yoppasiga (to'liq) yoki tanlab o'tkazilishi mumkin.

Loyiha hujjatlari mavjud bo'lmaganda, konstruksiyalarning yuk ko'tarish qobiliyatini pasaytiradigan nuqsonlari aniqlanganda, tunnel rekonstruksiya qilinganda yoki konservatsiya tadbirlarisiz uch yildan ortiq muddatga to'xtatilgan qurilish qayta tiklanganda yalpi tekshiruv o'tkaziladi. Tanlab tekshirish alohida konstruksiyalarni tekshirish zarur bo'lganda va potensial xavfli joylarda o'tkaziladi, bu joylarda konstruksiyalarning mavjud emasligi tufayli yalpi tekshirish o'tkazishning iloji bo'lmaydi.

Qurilish konstruksiyalari va ularning elementlarining haqiqiy geometrik parametrlarini aniqlashtirish, ularning loyihaga mos kelishi yoki undan chetga chiqishini aniqlash uchun o'lchash ishlari o'tkaziladi. Bunda oddiy o'lchash asboblari: chizg'ichlar, ruletkalar, po'lat simlar, shtangensirkullar, nutromerlar, shchuplar, andazalar, burchak o'lchagichlar, shovunlar, lupalar, o'lchash mikroskoplardan foydalaniladi. Zarur bo'lganda maxsus o'lchash asboblari: nivelirlar, teodolitlar, dalnomerlar, turli defektoskoplar va boshqalar, shuningdek fotogrammetriya qo'llaniladi. Qo'llaniladigan barcha asbob va moslamalar belgilangan tartibda tekshirilishi lozim.

Beton va temir-beton qoplamalarda yoriqlar bor-yo'qligi aniqlanadi va ularning ochilish kattaligi o'lchanadi. Agar nazorat gips markasida vaqt o'tishi bilan yoriq paydo bo'lsa, bu qoplamada yoriqning rivojlanish jarayoni davom etayotganidan dalolat beradi va unda sodir bo'layotgan jarayonlarning tezligini aniqlash uchun o'lchov bazasi o'rnatilishi kerak [4-5].

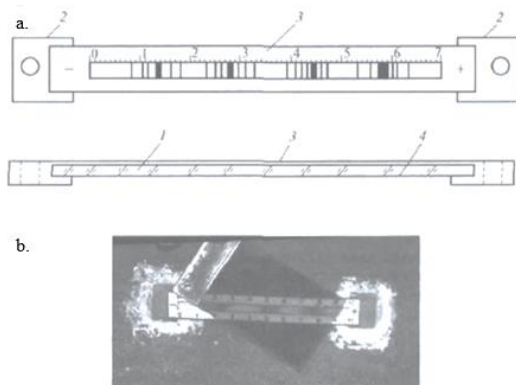
2. Tadqiqot metodikasi

Temirbeton konstruksiyalarda armaturaning mavjudligi, joylashishi, miqdori va sinfi, uning korroziya belgilari va qo'yiladigan detallar, shuningdek himoya qatlamining holati aniqlanadi. Metall konstruksiyalarda siqilgan sterjenlarning to'g'ri chiziqliligi, biriktiruvchi plankalarning mavjudligi, kesimlari keskin o'zgargan elementlarning holati, haqiqiy uzunligi tekshiriladi.



Tekshirish vazifalariga qarab turli asbob va moslamalar qo'llanilishi mumkin. Ishlab turgan tonneldagi beton yoki temir-beton qoplamalarning kuchlanlik-deformatsiyalanganlik holatini baholash uchun elektrotenzometrlar yoki fotoelastik datchiklar yordamida yuksizlantirish usuli qo'llaniladi. Yuksizlantirish usuli tekshirilayotgan konstruksiyaning datchik o'rnatilgan mahalliy uchastkasida kuchlanishlarni olishda deformatsiyalarni o'lchashga asoslangan bo'lib, bunda datchik atrofida yuksizlantiruvchi tirqishlar hosil qilinadi. Bunda bo'shatilgan uchastkaning dastlabki yuklanmagan holatigacha elastik tiklanishi va ta'sir etuvchi yuklanishlarda konstruksiyaning deformatsiyalariga adekvat bo'lgan deformatsiyalarning bo'shatilishi sodir bo'ladi. Betonning deformatsiya moduli ma'lum bo'lganda, qoplamaning ichki konturidagi kuchlanishlarni hisoblash qiyin emas.

Bunday metodika Shimoliy Muy tonnelining ba'zi uchastkalarida qoplama betondagi kuchlanishlarni o'rganishda qo'llanilgan. Fotoelastik deformatsiya datchigi (1. a-rasm) maxsus optik sezgir materialdan (qotgan epoksid smolasi) yasalgan plastinka 1 dan iborat bo'lib, uning uchlariga datchikni konstruksiyaga mahkamlash uchun mo'ljallangan nakladkalar 2 yopishtirilgan. Datchikning yuqori yuzasiga interferensiyon polosalar holatini qayd qilish uchun chiziqli shkala 3 (1 bo'lim = 1 mm) tushirilgan. Shkalaning qarama-qarshi uchlarida cho'zilish yoki siqilish deformatsiyalarining ishorasini aniqlash uchun "+" va "-" belgilari bor. Pastki yuzasi yorug'lik qaytaruvchi qatlam 4 bilan qoplangan [6].



1-rasm. Fotoelastik deformatsiya datchigining sxemasi (a) qoplamaga yopishtirilgan datchikdagi interferensiya chiziqlari (b)

Yuksizlantirish usulida fotoelastik datchiklar bilan ishlash metodikasi quyidagilardan iborat. Datchik o'rganilayotgan massivning belgilangan nuqtasida o'lchanayotgan deformatsiyalar yo'nalishida yopishtiriladi, shundan so'ng uning interferensiyon polosalarining boshlang'ich joylashuv tasviri qayd etiladi (1-rasm, b). Keyin datchikning uchlarida yaqinida uning o'qiga perpendikulyar ravishda betonda inshootda datchik mahkamlangan qoplama bo'lagini ishdan chiqaradigan teshiklar qilinadi. Bunda qutblangan yorug'lik nurlarida ko'rinadigan datchikning interferensiyon yo'llari uning o'qi bo'ylab deformatsiyaning turiga (siqilish yoki cho'zilish) qarab bir tomonga yoki ikkinchi tomonga qarab aralashib ketadi.

O'zgaras haroratda qoplama bo'lagining nisbiy deformatsiyasi shkala bo'linmasining deformatsiyalar bo'yicha qiymatini yuksizlantiruvchi kesimidan oldin va keyin tasma holatida datchik shkalasida qayd etilgan kattaliklar farqiga ko'paytmasi sifatida hisoblanadi. Datchik

tasmasining bo'linish qiymati prizmani pressda yuklash jarayonida beton deformatsiyalarini fotoelastik datchik va deformometr (yoki tenzodatchik) bilan bir vaqtning o'zida qayd etish orqali beton namuna-prizmalarda o'tkaziladigan laboratoriya sinovlari natijalari bo'yicha aniqlanadi.

Nisbiy deformatsiyalar qiymatini yuksizlantirish usuli bilan ishonchli aniqlash uchun, birinchi navbatda, qoplama materialining deformatsion xususiyatlarini yetarlicha yuqori ishonchlilik darajasi bilan aniqlash kerak. O'lchov natijalarini qayta ishlashda datchikning harorat deformatsiyalari hisobga olinishi kerak.



2-rasm. Yig'ma temir-beton qoplama choklarining ochilish kattaligini o'lchash

Foydalanishdagi tonneldagi qoplama deformatsiyalari monitoringini soat tipidagi indikatorli mexanik yechiladigan deformometrlar yordamida olib borish qulay, bunda konstruksiyaga presslangan po'lat mayoqchalar orasida mahkamlangan o'lchov asosining uzunligi davriy ravishda o'lchanadi. Mexanik deformometr yordamida yig'ma temir-beton qoplama choklarining ochilish dinamikasi ham tekshiriladi, bunda chokning turli tomonlariga presslangan mayoqchalar orasidagi masofa o'lchanadi. Shu maqsadda shtangensirkuldan ham foydalaniladi (2-rasm).



3-rasm. Qoplamadagi betonning mustahkamlik xususiyatlarini aniqlovchi "ONIKS-2,4" sklerometri

Qoplamadagi betonning mustahkamlik xususiyatlari "ONIKS-2,4" sklerometrlari yordamida mexanik buzmasdan nazorat qilish usullari bilan oldindan aniqlanadi. IPS-MG4.03 (3-rasm) yoki Avstriyada ishlab chiqarilgan Digi Schmidt-2000. Ishonchli natijaga ega bo'lish maqsadida burg'ulash usulidan ham foydalaniladi (4-rasm).



4-rasm. Betonning mustahkamligini burg'ulash usulidan bilan aniqlash

Zarur hollarda konstruksiyadagi betonning xarakteristikalarini burg'ulashda olingan namunalarni sinash yo'li bilan aniqlanadi. Buning uchun mavjud tonneldagi

“Hilti” ko‘chma portativ qurilmasidan foydalanish mumkin. Burg‘ilash qurilmasidan foydalanish qoplama tanasidan birikmalarni olishdan tashqari, uning istalgan kesimida haqiqiy qalinlikni o‘rnatish, qoplama ortidagi gruntning xususiyatlarini, qoplamaning grunt bilan orasida bo‘shliqlar mavjudligini aniqlash imkonini beradi. Qurilma yo‘l asosi plitasi yoki teskari gumbaz parametrlarini o‘rnatish uchun tunnelning nov qismida burg‘ulash ishlarini olib borish imkonini beradi.

Bu yerda shuni ta‘kidlash kerakki, buzilmaydigan usullar yoki konstruksiyadan tanlab olingan namunalarni sinash orqali aniqlangan konstruksiyalardagi betonning haqiqiy mustahkamligi qoplamaning haqiqiy yuk ko‘tarish qobiliyati to‘g‘risida ishonchli ma‘lumot olish uchun zarur bo‘lgan hisoblash parametri hisoblanadi. Biroq, ko‘zdan kechirish va tanlab (nuqtali) burg‘ilashda qoplamadagi yashirin nuqsonlar, qoplamaning grunt bilan aloqasining buzilishi, qoplama orti bo‘shlig‘ida bo‘shliqlarning rivojlanishi aniqlanmaydi.

Shuning uchun tunnelni ta‘mirlash bo‘yicha loyiha qarorlarini qabul qilish uchun ko‘pincha boshlang‘ich ma‘lumotlar yetarli bo‘lmaydi.

Tekshiruvlar sifatini yaxshilash, shuningdek, texnik diagnostika natijalarining hajmi va ishonchligini oshirish uchun so‘nggi yillarda tunnel qoplama materialining holati haqida ham, atrofdagi funt massivi haqida ham ma‘lumot olish uchun geofizik usullar qo‘llanilmoqda. Shu maqsadda maxsus yer osti zondlash asboblari - georadarlar (51K-8 yoki “Oko”), Georadar - yer osti zondlash radiotexnik asbobidan foydalaniladi. U nometall muhitlarda (fund, suv, qurilish konstruksiyalari va boshqalar) struktura va turli obyektlarning nuqtaviy va cho‘zilgan buzilishlarini aniqlash uchun mo‘ljallangan. Zondlash natijalari real vaqt rejimida qayd etish qurilmasi ekraniga chiqariladi va qayta ishlash hamda chop etish qurilmasiga chiqarish uchun faylda saqlanadi [7].

Georadarlardan foydalanish sohasi juda keng. Biroq, yer osti inshootlarining texnik holatini tekshirish maqsadida ularni qo‘llashning samaradorligini asoslaydigan ba‘zi jihatlarni ajratib ko‘rsatish mumkin. Shunday qilib, georadarni qoplama yuzasi bo‘ylab harakatlantirganda, monitor ekraniga signallar to‘plami (radarogramma) chiqariladi, unga ko‘ra tunnelning butun uzunligi bo‘ylab uning turli kesimlarida qoplamaning qalinligini va beton tuzilishidagi yashirin nuqsonlarni aniqlash mumkin, temirbeton qoplama esa - armatura qo‘yish chastotasi va chuqurligini o‘rnatish mumkin. Georadarni qo‘llash qoplama atrofidagi og‘ir massivni zichlashmagan, namligi yuqori bo‘lgan zonalarini ajratgan holda o‘rganish, shuningdek, ushbu zonalarining uzunligini aniqlash imkonini beradi.



5-rasm. “Proceq GPR Live” georadari

“Proceq GPR Live” georadari bu temirbeton tunnel qoplamalarini buzmasdan nazorat qilishda qo‘llanadigan zamonaviy qurilma hisoblanadi. Ushbu texnologiya qulayligi va simsiz sensor tizimi orqali ishlashi bilan yuqori samaradorlikni ta‘minlaydi.

“Proceq GPR Live” georadari temirbeton tunnel qoplamalari sifatini baholash va bir xillikni aniqlashda, yangi

temirbeton tunnel qoplamalarining muvofiqligini nazorat qilishda, burg‘ilash, kesish va teshik ochishdan oldin armatura sterjenlarining joylashuvini aniqlashda, himoya qatlami qalinligi va armatura sterjenlari o‘lchamlarini tanlab tekshirishda, po‘lat armatura geometriyasining to‘liq tasvirini shakllantirishda, bir tomonlama foydalanishda qalinlikni o‘lchash kabi ishlarda qo‘llanadi.

Tonneldagi beton qoplamaning suv o‘tkazmasligi ko‘chma ATAMA-2PM asbobi yordamida aniqlanadi (5-rasm). Betonning sovuqqa chidamliligi qoplama olingan namunalarni standart usullar bo‘yicha sinash orqali aniqlanadi. Temirbeton qoplamaning armaturalash tizimini (armatura sterjenlarining joylashishi, ularning diametri, beton himoya qatlamining qalinligi) tekshirish va aniqlash zarur bo‘lsa, magnit yoki radiatsiya usullaridan foydalaniladi. Zarur hollarda, sterjenlarning diametri va sonini bevosita o‘lchash, armatura po‘latining sinfini aniqlash, profil rasmini chizish va korroziyaga uchragan sterjenlarning qoldiq kesimini aniqlash uchun armaturani ochib, beton nazorat tekshiruvini o‘tkaziladi [8].



6-rasm. Tonneldagi beton qoplamaning suv o‘tkazmasligini tekshirish qurilmasi (ATAMA-2PM)

Muhandislik-geodezik ishlarni bajarish uchun zamonaviy yarim avtomat lazerli taxeometr, lazerli ruletkalardan foydalaniladi. Tunnel qoplamasining deformatsiyalari va holatini nazorat qilish elektron taxeometr yordamida tunnel tashqarisida joylashgan qo‘zg‘almas reperga nisbatan amalga oshiriladi. Nazoratning maqsadi qoplamaning mumkin bo‘lgan qaytmas deformatsiyalarini o‘z vaqtida ogohlantirish va bashorat qilishdir. Qaytargichlar (deformatsion belgilar) tunnel qoplamasining shakli va fazodagi holatini qayd etish va nazorat qilish uchun ishlatiladi. Ular obdelka perimetri bo‘ylab vizual tekshiruv jarayonida aniqlangan ko‘plab nuqsonlari bo‘lgan joylarga o‘rnatiladi. O‘lchashlar va tekshirishlarning qo‘shimcha ro‘yxatini buyurtmachi texnik topshiriqda belgilaydi.



7-rasm. Tunnel qoplamasining deformatsiyalari va holatini nazorat qilishda lazerli taxeometrlarni qo‘llash

Ekspluatatsiya qilinayotgan transport tonnellarining texnik holatini monitoring qilish ularning xavfsiz, ishonchli va uzoq muddatli ishlashini ta‘minlashda muhim ahamiyatga ega. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, tunnel konstruksiyalari ekspluatatsiya jarayonida turli tabiiy va texnogen omillar ta‘sirida o‘zgarishga uchraydi, bu esa doimiy nazorat va baholashni talab etadi.

Monitoring tizimlaridan foydalanish orqali tunnel holatidagi salbiy o‘zgarishlarni erta aniqlash, avariya

holatlarning oldini olish hamda ta'mirlash va mustahkamlash ishlarini o'z vaqtida amalga oshirish mumkin. Adabiyotlar tahlili zamonaviy avtomatlashtirilgan monitoring usullarini joriy etish tonnellar ekspluatatsiyasi samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatdi.

Xulosa qilib aytganda, transport tonnellarining texnik holatini monitoring qilish tizimlarini takomillashtirish, ularni mahalliy geologik va iqlim sharoitlariga moslashtirish hamda zamonaviy raqamli texnologiyalar bilan uyg'unlashtirish bugungi kundagi muhim ilmiy va amaliy vazifalardan biridir.

3. Xulosa

Ekspluatatsiya qilinayotgan transport tonnellarining texnik holatini monitoring qilish ularning xavfsiz, ishonchli va uzoq muddatli ishlashini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, tonnel konstruksiyalari ekspluatatsiya jarayonida turli tabiiy va texnogen omillar ta'sirida o'zgarishga uchraydi, bu esa doimiy nazorat va baholashni talab etadi.

Monitoring tizimlaridan foydalanish orqali tonnel holatidagi salbiy o'zgarishlarni erta aniqlash, avariya holatlarning oldini olish hamda ta'mirlash va mustahkamlash ishlarini o'z vaqtida amalga oshirish mumkin. Adabiyotlar tahlili zamonaviy avtomatlashtirilgan monitoring usullarini joriy etish tonnellar ekspluatatsiyasi samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatdi.

Xulosa qilib aytganda, transport tonnellarining texnik holatini monitoring qilish tizimlarini takomillashtirish, ularni mahalliy geologik va iqlim sharoitlariga moslashtirish hamda zamonaviy raqamli texnologiyalar bilan uyg'unlashtirish bugungi kundagi muhim ilmiy va amaliy vazifalardan biridir.

Foydalanilgan adabiyotlar / References

[1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 04.10.2017 y. PQ-3309 Qarori. "Avtomobil yo'llari ko'priklarini, yo'l o'tkazgichlar va boshqa sun'iy inshootlarni qurish hamda foydalanishni tashkil etish tizimini takomillashtirish to'g'risida".

[2] Ch.S. Raupov. Transport inshootlarining ekspluatatsiyasi, sinovi va rehabilitatsiyasi. Darslik. O'ROvaO'MTV, 2017. I va II tomlar. – 431 va – 365 b.

[3] Ch.S. Raupov, Shermuxamedov U.Z., Umarov X.Q. Transport inshootlarining ekspluatatsiyasi. 5340600 – Transport inshootlarining ekspluatatsiyasi (ko'priklar va tonnellar) va 5340600 - Transport inshootlarining ekspluatatsiyasi (temir yo'llar) ta'lim yo'nalishlari 4-bosqich bakalavriatura talabalari uchun darslik. O'ROO'MTV. Tashkent. 2020 y. – 475b.

[4] Normurodov Sh.U., Raximjonov Z.Q., O'razov X.O'. - "Transport inshootlarining diagnostikasi va sinovi" nomli 5340600, 60730800-Yo'l muhandisligi (ko'priklar va tonnellar) bakalavriat ta'lim yo'nalishlari 3, 4-kurs bakalavriat talabalari uchun amaliy mashg'ulotlar va mustaqil ishlarni bajarishga doir o'quv qo'llanma. – Jizzax: "Ilm nuri print" MCHJ nashriyoti, 2024–144 b.

[5] Normurodov Sh.U. - "Temir yo'llar ko'priklari va tonnellar ekspluatatsiyasi" nomli 60730800 – "Yo'l muhandisligi" (temir yo'llar ekspluatatsiyasi) bakalavriat ta'lim yo'nalishi 4-kurs talabalari va professor-o'qituvchilar uchun o'quv qo'llanma. – Jizzax: "Ilm nuri print" MCHJ nashriyoti, 2025–278 b.

[6] Miralimov, M. X., & Normurodov, S. U. (2019). Construction features of transport tunnels in the mountain areas of uzbekistan. Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers, 15(3), 26-35.

[7] Miralimov, M., Normurodov, S., & Akhmadjonov, M. (2021). Abdullaziz Karshiboev Numerical approach for structural analysis of Metro tunnel. In E3S Web of Conferences.

[8] Miralimov, M., Ishanhodjaev, A., Normurodov, S., Usmanov, D., & Abirov, R. (2025, April). Numerical study of the zone of influence of two parallel running tunnels. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3265, No. 1, p. 030007). AIP Publishing LLC.

Muallif to'g'risida ma'lumot / Information about author

**Normurodov
Shahboz
Ulug'bekovich
/ Normurodov
Shakhboz
Ulugbekovich**

Toshkent davlat transport
universiteti dotsenti, t.f.f.d. (PhD)
E-mail: normurodovsh25@mail.ru
Tel.: +998909308685
<https://orcid.org/0000-0001-9552-5384>



U. Shermukhamedov, Y. Khakimova*The problem of load combination in earthquake resistance theory ..65***Sh. Normurodov***Monitoring the technical condition of operating transport
tonnels.....70***K. Lesov, M. Kenjaliyev, O. Mirzakhidova***Methodology for assessing the dynamic impact of rolling stock on the
subgrade and justification for its reinforcement in the area of rail
joints.....75***V. Soy, N. Mukhammadiev, G. Malikov,
D. Tursinaliyev***Justification of the purposes of using basalt fiber in cement
concrete.....80***I. Mirzaev, D. Askarova***Oscillation of a prestressed span structure of a reinforced concrete
railway bridge with mass in horizontal motion.....84***U. Rakhmanov, G. Ismailova***Methods for determining soil pressure on underground structures
under seismic influence.....89***A. Karimova, M. Abdurasulova***Methodology for Assessing Embodied Carbon in Bridge
Structures.....94***Kh. Urazov***Economic efficiency of implementing modern prefabricated
reinforced retaining walls.....98***I. Makhamataliyev, V. Soy, N. Mukhammadiev,
G. Malikov***Assessment of the block strength of dispersely-armonized basalt fiber,
complex-modified small-grain fiber concrete.....105***A. Abdullaev***Identification and Assessment of Critical Spatial Deformations and
Internal Force States of Continuous Monolithic Reinforced Concrete
Bridges under Strong Seismic Actions Using MiDAS Civil109***Sh. Nishonboev, Z. Mirzayeva, Kh. Urazov,
A. Abdusattorov***Optimization of the design of bridge intermediate
supports.....112*