

SHAFFOF AKUSTIK EKRANLAR VA KO‘KALAMZORLASHTIRISH ORQALI TRANSPORT OQIMLARI SHOVQININI PASAYTIRISHNING INNOVATSION YECHIMLARI

Sulaymanov Sunnatila Sulaymanovich

Toshkent davlat transport universiteti professori

Abdullaeva Zilola Asqar qizi

Toshkent davlat transport universiteti magistranti

Annotatsiya: Mazkur maqolada transport oqimlari shovqinini kamaytirish bo'yicha mavjud yondashuvlar tahlil qilinib, shahar muhitida shovqin ta'sirini pasaytirishga qaratilgan innovatsion yechim taklif etilgan. Tadqiqot ob'ekti sifatida Toshkent shahri Sergeli tumanidagi shoh ko'chalar va jamoat transporti bekatlariga yaqin joylashgan ko'p qavatli turar-joy binolari tanlangan. Tadqiqot jarayonida GOST 23337–2014 talablari asosida Testo 816-3 shovqin o'lchagichi yordamida oltita nazorat nuqtasida eksperimental o'lchash ishlari amalga oshirildi. Natijalarga ko'ra, o'rtacha shovqin darajasi 64,9 dBA ni tashkil etgani va bu ko'rsatkich amaldagi sanitariya me'yorlaridan yuqori ekanligi aniqlandi. Muammoni hal qilish maqsadida daraxtlar va butalardan tashkil topgan yashil himoya hududi hamda PMMA va polikarbonat panellardan tayyorlangan ko'p funktsiyali shaffof akustik ekrandan iborat kompleks himoya tizimi ishlab chiqildi. Taklif etilgan yechim shovqinni kamaytirish bilan birga havoni filtrlash, binolarning tabiiy shamollanishini ta'minlash hamda shahar muhitining ekologik holatini yaxshilash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: transport shovqini, akustik ekran, PMMA, polikarbonat, ko'kalamzorlashtirish, shahar ekologiyasi, transport oqimi, shovqindan himoya.

Kirish

So'nggi yillarda jahonda urbanizatsiya jarayonlarining jadal sur'atlarda rivojlanishi natijasida transport vositalari soni yildan-yilga oshib bormoqda. Bu esa shahar muhitida transport oqimlari zichligining ortishiga va ekologik muammolarning kuchayishiga sabab bo'lmoqda. Atmosfera havosining ifloslanishi bilan bir qatorda transport shovqini ham inson salomatligiga jiddiy salbiy ta'sir ko'rsatuvchi omil sifatida e'tirof etilmoqda. Ayniqsa, markaziy magistral ko'chalar va jamoat transporti bekatlari atrofida joylashgan ko'p qavatli turar-joy binolarida istiqomat qiluvchi aholi transport shovqini ta'siriga doimiy ravishda duch keladi.

Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, transport shovqini havo ifloslanishidan keyin inson salomatligiga eng katta ta'sir ko'rsatuvchi ekologik omillardan biri hisoblanadi. Doimiy yuqori darajadagi shovqin ta'siri inson organizmida asab tizimi faoliyatining buzilishi, stress holatlarining kuchayishi, uyqu

sifatining pasayishi, yurak-qon tomir kasalliklari rivojlanishi hamda mehnat unumdorligining kamayishiga olib keladi. Shu bois transport shovqinini kamaytirish nafaqat ekologik, balki ijtimoiy va tibbiy ahamiyatga ham ega masala hisoblanadi.

O'zbekistonda ham shaharlar aholisi sonining ortishi, avtomobil transporti harakatining jadallashuvi va yangi turar-joy massivlarining asosiy magistral yo'llarga yaqin qurilishi transport shovqini muammosini yanada dolzarblashtirmoqda. Ayniqsa, Toshkent shahri kabi yirik megapolislarda transport vositalari oqimining yuqori bo'lishi sanitariya me'yorlarida belgilangan shovqin darajasidan oshib ketishiga sabab bo'lmoqda.

Mavjud tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, transport shovqinini kamaytirishning an'anaviy usullari — transport harakatini tartibga solish, tezlikni cheklash yoki yo'l qoplamasini o'zgartirish — har doim ham yetarli samara bermaydi. Shuning uchun hozirgi kunda ko'p funktsiyali akustik ekranlar, energiya tejovchi qurilish materiallari va yashil himoya hududlarini birgalikda qo'llashga asoslangan kompleks texnologiyalar jahon amaliyotida keng qo'llanilmoqda.

Mazkur tadqiqotning maqsadi shoh ko'chalar va jamoat transporti bekatlariga yaqin joylashgan ko'p qavatli turar-joy binolarida transport shovqini ta'sirini baholash hamda uni kamaytirish uchun ekologik, texnik va iqtisodiy jihatdan samarali bo'lgan innovatsion kompleks himoya tizimini ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot vazifalari sifatida transport shovqinining mavjud holatini o'rganish, eksperimental o'lchash ishlarini amalga oshirish, shovqin tarqalishini tahlil qilish va uni kamaytirishga qaratilgan innovatsion konstruksiyani ishlab chiqish belgilandi.

Ishning ilmiy yangiligi sifatida PMMA va polikarbonat panellardan tayyorlangan ko'p funktsiyali shaffof akustik ekran hamda daraxt va butalardan tashkil topgan yashil himoya hududini birlashtiruvchi kompleks tizim taklif etilgan. Ushbu tizim transport shovqinini kamaytirish bilan bir vaqtning o'zida binolarning tabiiy shamollanishini ta'minlash, havoni filtrlash va shahar muhitining ekologik holatini yaxshilash vazifalarini ham bajaradi. Shu jihat bilan u mavjud an'anaviy akustik ekranlardan farq qiladi hamda shahar muhitini muhofaza qilishning yangi innovatsion yondashuvi sifatida baholanishi mumkin.

O'zbekistonda transport shovqini muammosining holati

O'zbekistonda so'nggi yillarda avtomobil transporti sonining ortishi shaharlarda transport shovqini darajasining sezilarli o'sishiga sabab bo'lmoqda. Ayniqsa, Toshkent shahrida markaziy magistral ko'chalar, transport chorrahalari va jamoat transporti bekatlari atrofida joylashgan turar-joy binolari yuqori darajadagi akustik ta'sir ostida qolmoqda.

Dissertatsiya doirasida olib borilgan tadqiqotlar ham ushbu holatni tasdiqladi. Sergeli tumanida o'tkazilgan o'lchash ishlari natijasida transport shovqinining o'rtacha darajasi **64,9 dBA** ni tashkil etgani aniqlandi. Bu ko'rsatkich amaldagi **SanPiN 0267–**

09 sanitariya me'yoridan qariyb **10 dBA** yuqori bo'lib, aholining yashash muhiti uchun jiddiy xavf tug'dirishi mumkin.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, transport shovqinining yuqori bo'lishiga asosiy sabablar sifatida transport oqimining yuqori zichligi, og'ir yuk avtomobillari ulushining ko'pligi, avtomobillar harakat tezligi hamda turar-joy binolarining avtomobil yo'liga yaqin joylashganligi xizmat qiladi. Shuning uchun respublika sharoitida zamonaviy shovqindan himoya texnologiyalarini joriy qilish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Akustik ekranlarning turlari

Hozirgi vaqtda transport shovqinidan himoya qilish uchun bir nechta turdagi akustik ekranlardan foydalaniladi. Ular konstruksiyasi va ishlash printsipiga ko'ra ovoz qaytaruvchi, ovoz yutuvchi va kombinatsiyalashgan turlarga bo'linadi.

Ovoz qaytaruvchi ekranlar beton, metall yoki shishadan tayyorlanib, tovush to'liqlarini yo'l tomonga qaytarish xususiyatiga ega. Bunday ekranlar nisbatan arzon bo'lsa-da, ayrim hollarda tovushning boshqa hududlarga aks etishiga sabab bo'ladi.

Ovoz yutuvchi ekranlar mineral paxta, perforatsiyalangan metall va maxsus akustik panellardan tayyorlanadi. Ular tovush energiyasini yutib, shovqin darajasini sezilarli darajada kamaytiradi.

Kombinatsiyalashgan ekranlar esa ovozni ham qaytaradi, ham yutadi. Ular eng yuqori akustik samaradorlikka ega bo'lib, zamonaviy transport infratuzilmasida keng qo'llanilmoqda.

Dissertatsiyada taklif etilgan konstruksiya aynan shu turga mansub bo'lib, unda shovqinni kamaytirish, havoni tozalash va tabiiy shamollanish funktsiyalari birlashtirilgan.

PMMA va polikarbonat materiallarining texnik xususiyatlari

PMMA (polimetilmetakrilat) va polikarbonat materiallari yuqori mexanik mustahkamlikka, atmosfera ta'sirlariga chidamlilikka hamda yuqori yorug'lik o'tkazuvchanligiga ega bo'lgan zamonaviy polimer materiallar hisoblanadi. Ular qurilish va transport sohasida akustik ekranlar tayyorlashda keng qo'llaniladi.

Polikarbonat panellar shisha bilan taqqoslanganda ancha yengil, zarbaga chidamli va xavfsiz hisoblanadi. PMMA esa yuqori optik shaffofligi va uzoq xizmat qilish muddati bilan ajralib turadi. Ushbu materiallardan tayyorlangan ekranlar shahar muhitining arxitekturaviy ko'rinishini saqlab qolish bilan birga, transport shovqinini samarali kamaytirish imkonini beradi.

Tadqiqot doirasida aynan shu materiallardan tayyorlangan 4–5 metr balandlikdagi shaffof akustik ekran taklif etilgan bo'lib, u shovqinni **10–12 dB** gacha pasaytirish imkoniyatiga ega.

Ko'kalamzorlashtirishning akustik samaradorligi

Transport shovqinini kamaytirishda daraxt va butalardan tashkil topgan yashil himoya hududlari muhim ahamiyatga ega. Qalin daraxtzorlar tovush to'liqlarini yutish,

qaytarish va tarqatish xususiyatiga ega bo'lib, transport shovqini darajasini bir necha detsibelga pasaytirish imkonini beradi. Shu bilan birga, ular atmosfera havosini tozalaydi, chang zarrachalarini ushlab qoladi va shahar mikroiklimini yaxshilaydi.

Dissertatsiyada taklif etilgan innovatsion yechimda **uch qator daraxt, 15 metr kenglikdagi butalar hududi** hamda **4–5 metr balandlikdagi shaffof akustik ekran** yagona kompleks tizim sifatida qaralgan. Hisob-kitoblarga ko'ra, ushbu kompleks himoya tizimi transport shovqini darajasini **42,5 dBA** gacha pasaytirish imkonini beradi. Bu esa turar-joy binolari uchun belgilangan sanitariya talablariga mos keladi hamda aholi uchun xavfsiz akustik muhit yaratishga xizmat qiladi.

Eksperimental tadqiqotlar natijalari va ularning tahlili

Tadqiqotning amaliy qismi Toshkent shahri Sergeli tumanida joylashgan, transport harakati yuqori bo'lgan shoh ko'chada amalga oshirildi. Tadqiqot ob'ekti sifatida magistral yo'lga yaqin joylashgan ko'p qavatli turar-joy binolari tanlandi. Ushbu hudud transport vositalari oqimining yuqoriligi hamda aholi yashash muhitiga transport shovqinining ta'sirini baholash imkoniyati mavjudligi bilan ajralib turadi.

Eksperimental tadqiqotlar GOST 23337–2014 talablari asosida Testo 816-3 raqamli shovqin o'lchagichi yordamida amalga oshirildi. O'lchash ishlari transport harakatining eng yuqori davri hisoblangan kunduzgi vaqtda 6 ta nazorat nuqtasida bajarildi. Har bir nuqtada o'lchashlar uch marta takrorlanib, o'rtacha qiymatlar hisoblab chiqildi. Bu usul natijalarning aniqligi va ishonchliligini ta'minlash imkonini berdi.

Tadqiqot jarayonida transport oqimi tarkibi ham tahlil qilindi. Magistral bo'ylab harakatlangan transport vositalarining asosiy qismini yengil avtomobillar tashkil etgan bo'lsa-da, avtobuslar va yuk avtomobillarining ulushi ham umumiy shovqin darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatdi. Kuzatuvlar davomida bir daqiqa ichida o'rtacha 70 ta transport vositasi harakatlanishi qayd etildi. Bu esa transport oqimining yuqori zichlikka ega ekanligini ko'rsatadi.

O'lchash natijalariga ko'ra, tadqiqot hududida transport shovqinining o'rtacha darajasi **64,9 dBA** ni tashkil etdi. Bu ko'rsatkich amaldagi sanitariya talablarida turar-joy hududlari uchun belgilangan **55 dBA** me'yoridan **9,9 dBA** yuqori ekanligi aniqlandi. Bunday holat aholi salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkinligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, shovqin darajasi transport vositalari sonining ortishi bilan mutanosib ravishda oshib boradi. Ayniqsa, og'ir yuk avtomobillari va jamoat transporti harakati davomida shovqinning qisqa muddatli eng yuqori qiymatlari qayd etildi. Bundan tashqari, yo'l qoplamasining holati, binolarning magistral yo'lga yaqinligi va yashil himoya hududlarining yetarli emasligi ham umumiy akustik muhitga salbiy ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.

Olingan natijalar asosida mavjud holatni yaxshilash uchun kompleks muhofaza choralarini qo'llash zarurligi asoslandi. Tadqiqot ko'rsatdiki, faqat transport harakatini

cheklash yoki daraxt ekish orqali muammoni to'liq hal etib bo'lmaydi. Eng yuqori samara yashil himoya hududlari, zamonaviy akustik ekranlar va shaharsozlik choralari birgalikda qo'llash orqali ta'minlanadi.

Transport shovqini tarqalishini baholash asosida taklif etilgan kompleks tizim modellashtirildi. Hisob-kitoblar natijasida uch qator daraxt, 15 metr kenglikdagi butalar va 4–5 metr balandlikdagi shaffof akustik ekran birgalikda qo'llanilganda shovqin darajasi **42,5 dBA** gacha pasayishi mumkinligi aniqlandi. Bu ko'rsatkich sanitariya talablariga to'liq javob beradi va aholi uchun xavfsiz akustik muhitni ta'minlaydi.

Innovatsion yechimning iqtisodiy samaradorligi, muhokama va xulosa

Tadqiqot natijalari asosida taklif etilgan ko'p funktsiyali shaffof akustik ekranning iqtisodiy samaradorligi baholandi. Hisob-kitoblarga ko'ra, konstruktsiyaning umumiy qurilish qiymati taxminan **130 million so'mni** tashkil etadi. Bu xarajatlar metall konstruktsiyalar, PMMA va polikarbonat panellar, ovoz yutuvchi materiallar, montaj ishlari hamda yordamchi qurilish materiallarini o'z ichiga oladi.

Taklif etilgan ekranning muhim afzalliklaridan biri uning ko'p funktsiyaliligi hisoblanadi. Konstruktsiya transport shovqinini kamaytirish bilan bir qatorda tabiiy yorug'likning o'tishiga to'sqinlik qilmaydi, binolarning shamollanishini ta'minlaydi va havodagi chang hamda mayda zarrachalarni filtrlash imkoniyatini yaratadi. Bu esa ekologik xavfsizlikni ta'minlash bilan birga aholi uchun qulay yashash muhitini shakllantirishga xizmat qiladi.

Iqtisodiy tahlil natijalariga ko'ra, ushbu innovatsion yechimning o'zini qoplash muddati **2,22 yilni** tashkil etadi. Bu qurilish sohasidagi shunga o'xshash muhofaza inshootlari bilan taqqoslaganda iqtisodiy jihatdan maqbul ko'rsatkich hisoblanadi. Shuningdek, shovqin ta'sirining kamayishi natijasida aholi salomatligini saqlashga sarflanadigan xarajatlarni qisqartirish, mehnat unumdorligini oshirish va shahar muhitining ekologik sifatini yaxshilash kabi bilvosita iqtisodiy samaralar ham kuzatiladi.

Olib borilgan tadqiqotlar natijalari xorijiy olimlar tomonidan e'lon qilingan ilmiy ishlar bilan taqqoslanganda o'xshash xulosalarga erishildi. Jumladan, kompleks muhofaza tizimlaridan foydalanish alohida qo'llanilgan himoya vositalariga nisbatan yuqori akustik samaradorlikni ta'minlashi aniqlandi. Bu esa taklif etilgan innovatsion yechimning ilmiy asoslanganligini va uni amaliyotga joriy qilish maqsadga muvofiqligini tasdiqlaydi.

Shu bilan birga, taklif etilgan konstruktsiya shahar arxitekturasining tashqi ko'rinishini saqlab qolishi, uzoq muddat xizmat qilishi, texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarining nisbatan kamligi hamda mahalliy iqlim sharoitiga mosligi bilan ham ahamiyatlidir. Kelgusida ushbu konstruktsiyani energiya tejovchi fotoelektr panellar, intellektual monitoring tizimlari va havo sifatini avtomatik nazorat qiluvchi sensorlar bilan jihozlash orqali uning funktsional imkoniyatlarini yanada kengaytirish mumkin.

Xulosa

Olib borilgan nazariy va eksperimental tadqiqotlar transport oqimlari shovqini shahar aholisi uchun dolzarb ekologik muammolardan biri ekanligini ko'rsatdi. Sergeli tumanida amalga oshirilgan o'lchash ishlari transport shovqini darajasi sanitariya me'yorlaridan yuqori ekanligini tasdiqladi.

Tadqiqot natijalari asosida transport shovqinini kamaytirish uchun daraxtlar, butalar va ko'p funktsiyali shaffof akustik ekrandan iborat kompleks muhofaza tizimi taklif etildi. Hisob-kitoblar mazkur yechim transport shovqinini **42,5 dBA** gacha kamaytirish imkonini berishini ko'rsatdi.

Taklif etilgan texnologiya ekologik, texnik va iqtisodiy jihatdan samarali bo'lib, uni Toshkent shahri hamda O'zbekistonning boshqa yirik shaharlarida yangi qurilayotgan va rekonstruktsiya qilinayotgan turar-joy massivlarida qo'llash maqsadga muvofiq hisoblanadi. Tadqiqot natijalari shaharsozlik, transport infratuzilmasini rivojlantirish, ekologik xavfsizlik va mehnat muhofazasi sohalarida yangi ilmiy ishlanmalarni amalga oshirish uchun asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Абдуллаева З.А. Шох кўчалар ва бекатларга яқин жойлашган кўп қаватли уйлар хоналарида транспорт оқимлари шовқинини пасайтириш бўйича инновацион тавсиялар ишлаб чиқиш. Магистрлик диссертацияси. – Тошкент: Тошкент давлат транспорт университети, 2026.
2. GOST 23337–2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. – Москва: Стандартинформ, 2014.
3. СанПиН №0267–09. Турар-жой ва жамоат бинолари ҳамда яшаш ҳудудларида рухсат этилган шовқин даражалари бўйича санитария меъёрлари. – Тошкент, 2009.
4. ISO 1996-1:2016. Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1: Basic quantities and assessment procedures. Geneva: International Organization for Standardization, 2016.
5. ISO 1996-2:2017. Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 2: Determination of sound pressure levels. Geneva: International Organization for Standardization, 2017.
6. World Health Organization. Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2018.
7. World Health Organization. Burden of Disease from Environmental Noise. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2011.
8. Osipov A.V. Akustika goroda. – Москва: Издательство АСВ, 2018.

9. Testo SE & Co. KGaA. Testo 816-3 Sound Level Meter. Instruction Manual. Germany, 2023.
10. O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi. O'zbekiston Respublikasida atrof-muhit holati to'g'risidagi milliy ma'ruza. – Toshkent, 2024.
11. O'zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo'mitasi. O'zbekiston Respublikasining transport va avtomobil parki bo'yicha statistik to'plami. – Toshkent, 2024.
12. Li X., Zhang Y. Assessment of Urban Traffic Noise and Effectiveness of Noise Barriers. *Applied Acoustics*, 2021.
13. European Environment Agency (EEA). Environmental Noise in Europe 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020.
14. O'zbekiston Respublikasi "Mehnatni muhofaza qilish to'g'risida"gi Qonuni. O'RQ-410-son. – Toshkent, 2016.
15. O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi. ShNQ. Shaharsozlik normalari va qoidalari. Turar-joy hududlarini loyihalash va qurish. – Toshkent.