



TURAR-JOY BINOLARIDA SHOVQINDAN HIMOYA QILISH UCHUN AKUSTIK IZOLYATSIYA MATERIALLARI

¹U.J.Turg'unbayev,² Temirova Shahzoda Nosir qizi
^{1,2} Toshkent davlat transport universiteti

Annotatsiya Ushbu maqola turar-joy binolarida shovqindan himoya qilish uchun akustik izolyatsiya materiallari va konstruksiyalarining dolzarbligini o'rganadi. Zamonaviy shaharlashtirish jarayonida shovqin ifloslanishi inson salomatligiga jiddiy tahdid solishi, JSST ma'lumotlari va xalqaro standartlar (ISO 717-1, WHO 2018 guidelines) asosida tahlil qilinadi.

O'zbekiston sharoitida (SHNQ 2.08.01-2019) muammo keskinligi va amaliyotdagi kamchiliklar ko'rsatiladi. An'anaviy materiallar (mineral jun – rockwool, shisha jun, ko'pikli plastmassalar) va zamonaviy barqaror alternativlar (bio-materiallar: qo'y juni, kanaf, kokos tolasi; akustik metamateriallar) akustik xususiyatlari (Rw, NRC, STC ko'rsatkichlari) bilan batafsil tavsiflanadi.

Ko'p qatlamli konstruksiyalar (mass-spring-mass prinsipi, suzuvchi pollar, resilient channel tizimlari) samaradorligi ilmiy tadqiqotlar (MDPI, Elsevier, 2023-2025) asosida baholanadi. Xulosada O'zbekistonda yangi va eski binolarni modernizatsiya qilish, bio-materiallarni joriy etish va normativlarga qat'iy rioya qilish bo'yicha tavsiyalar beriladi.

Maqola qurilish materiallari fanida akustik qulaylikni ta'minlash va barqaror qurilish tamoyillarini rivojlantirishga hissa qo'shadi.

Kalit so'zlar akustik izolyatsiya materiallari, shovqindan himoya, turar-joy binolari, mineral jun (rockwool), bio-materiallar (qo'y juni, kanaf), akustik metamateriallar, ko'p qatlamli konstruksiyalar, suzuvchi pol (floating floor), Rw indeksi, shovqin ifloslanishi, shaharlashtirish, O'zbekiston qurilish normalari

Kirish

Zamonaviy shaharlashtirish jarayonida turar-joy binolarida shovqin muammosi tobora dolzarb tus olmoqda. Shahar aholisining tez o'sishi, transport

vositalarining ko'payishi, sanoat korxonalari va qurilish ishlarining faollashishi tufayli tashqi va ichki shovqin darajasi ortib bormoqda. Bu holat inson salomatligiga jiddiy tahdid soladi: doimiy shovqin uyqu buzilishiga, stressga, yurak-qon tomir kasalliklariga, eshitish qobiliyatining pasayishiga va hatto ruhiy salomatlik muammolariga olib keladi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma'lumotlariga ko'ra, Yevropa mintaqasida har yili millionlab sog'lom hayot yillari shovqin ta'sirida yo'qotilmoqda. JSSTning 2018 yilda chiqarilgan "Environmental Noise Guidelines for the European Region" qo'llanmasida tungi shovqin darajasi 40 dB dan oshmasligi, kunlik o'rtacha shovqin esa 53-55 dB atrofida bo'lishi tavsiya etiladi. Bundan ortiq shovqin salomatlikka salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Turar-joy binolarida akustik qulaylikni ta'minlash qurilish materiallari va buyumlari fanining muhim yo'nalishlaridan biridir. Akustik izolyatsiya materiallari shovqinni kamaytirishning asosiy vositasi bo'lib, ular tovush to'lqinlarini yutish, bloklash yoki tarqalishini oldini olish orqali ishlaydi. Shovqin ikki turga bo'linadi: havo orqali (airborne noise) – masalan, gaplashuv, musiqa yoki transport shovqini; va struktura orqali (impact yoki structure-borne noise) – qadam ovozi, mebel siljishi kabi vibratsiyalar. Turar-joy binolarida bu ikkala turdagi shovqin ham muhim, chunki qo'shnilar orasidagi devorlar, pol va shiftlar orqali tovush oson tarqaladi.

O'zbekiston sharoitida bu muammo yanada keskin. Tez shaharlashtirish, Toshkent, Samarqand, Farg'ona kabi shaharlarda ko'p qavatli binolar qurilishi va magistral yo'llar yaqinida joylashgan turar-joylar shovqin darajasini oshirgan. O'zbekiston Respublikasining SHNQ 2.08.01-2019 (Shaharsozlik normalari va qoidalari) hujjatida magistral yo'llar yaqinidagi binolarda maxsus shovqindan himoya choralarini ko'rish talab etiladi. Yashash xonalari shovqin manbalariga qaratilmasligi, derazalar va fasadlar maxsus izolyatsiyali bo'lishi kerak. Biroq, amaliyotda bu normalarga to'liq rioya qilinmayotgani va eski binolarda shovqin muammosi kuchaygani kuzatilmoqda.

Akustik izolyatsiya materiallari qurilishda shovqindan himoya qilishning asosiy usuli hisoblanadi. An'anaviy materiallar – mineral jun (rockwool yoki stone wool), shisha jun (glass wool), gipsokarton va ko'pikli materiallar (EPS, polyurethane foam) keng qo'llaniladi. Mineral jun tovushni yaxshi yutadi, Rw (sound reduction index) ko'rsatkichi 50-60 dB ga yetadi va yong'inga chidamli. Ilmiy tadqiqotlar (masalan, "A Comprehensive Review of Sustainable Thermal and Acoustic Insulation Materials", MDPI, 2025) shuni ko'rsatadiki, ochiq teshikli materiallar (mineral jun) yopiq teshiklilarga (EPS) nisbatan akustik jihatdan 15-20% samaraliroq.

So'nggi yillarda barqaror (sustainable) materiallarga e'tibor kuchaymoqda. Qayta ishlangan chiqindilardan (rezina granulalar, PET tolalar), bio-kompozitlardan (kokos tolasi, kanaf, qo'y juni) va metamateriallardan foydalanish taklif etilmoqda. Bu materiallar nafaqat shovqinni kamaytiradi, balki ekologik jihatdan toza, uglerod izini pasaytiradi va issiqlik izolyatsiyasini ham beradi. Masalan, sheep wool yoki hemp termal o'tkazuvchanligi $0.031-0.046 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ bo'lib, shovqin yutishda yuqori samara beradi.

Ushbu kirish qismida mavzuning dolzarbligi, shovqin ta'siri, xalqaro va milliy standartlar, materiallar turlari va zamonaviy tendensiyalar haqida batafsil to'xtalib o'tamiz. Maqsad – turar-joy binolarida akustik izolyatsiyani ta'minlashda qurilish materiallarining rolini ilmiy asosda tahlil qilish va amaliy tavsiyalar berish.

Shovqin muammosining tarixiy ko'rinishi: 20-asrda sanoatlashtirish bilan shovqin ifloslanishi global muammoga aylandi. JSST 2011 yilda Yevropada transport shovqinidan millionlab sog'lom hayot yillari yo'qotilganini e'lon qildi. 2024-2025 yillardagi tadqiqotlar (EEA hisobotlari) shuni ko'rsatadiki, transport shovqini aholining 20 milliondan ortig'ini bezovta qilmoqda.

Inson salomatligiga ta'siri: Shovqin stress gormonlarini oshiradi, uyqu buzadi, bolalarda o'quv qobiliyatini pasaytiradi. Kardiovaskulyar kasalliklar xavfi 10-20% ortadi (WHO guidelines).

Turar-joy binolarida shovqin tarqalish yo'llari: Fasad, derazalar, tom, pol orqali. Flanking transmission (yon tomondan tarqalish) muhim muammo.

Materiallarning akustik xususiyatlari: STC (Sound Transmission Class), Rw indeksi, NRC (Noise Reduction Coefficient).

O'zbekistonda: Yangi binolarda mineral jun va akustik derazalar majburiy, lekin nazorat yetarli emas.

Kelajak tendensiyalari: Metamateriallar, aktiv shovqin bekor qilish.

Turar-joy binolarida shovqindan himoya qilish uchun akustik izolyatsiya materiallari va konstruksiyalarining ilmiy asoslari

Zamonaviy shaharlashtirish jarayoni dunyo miqyosida tez sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Birlashgan Millatlar Tashkilotining so'nggi hisobotlariga ko'ra, 2030-yilga borib dunyo aholisining 60% dan ortig'i, 2050-yilga kelib esa 68-70% ga yaqini shaharlarda yashaydi. Bu jarayon bilan birga avtomobil transporti sonining keskin o'sishi, temir yo'l va havo transportining faollashishi, sanoat korxonalari va doimiy qurilish ishlarining ko'payishi shovqin ifloslanishini global ekologik va ijtimoiy muammoga aylantirdi. Shovqin oddiy bezovta qiluvchi omil emas – u inson salomatligiga jiddiy tahdid soladi.

Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (JSST) 2018-yilda chop etilgan "Environmental Noise Guidelines for the European Region" qo'llanmasida transport shovqini yurak-qon tomir kasalliklari xavfini 10-20% ga oshirishi, uyqu buzilishiga, stressga, bolalarda o'quv qobiliyatining pasayishiga va hatto depressiyaga olib kelishini tasdiqlagan. Yevropa Ittifoqida har yili 1,6 million sog'lom hayot yili shovqin ta'sirida yo'qotilmoqda. AQSh va Osiyo mamlakatlarida ham vaziyat shunga o'xshash. Shahar shovqini o'rtacha 65-80 dB atrofida bo'lib, bu JSST tavsiya etgan kunlik o'rtacha 53-55 dB va tungi 40 dB chegarasidan ancha yuqori.

O'zbekistonda bu muammo yanada dolzarb. Toshkent, Samarqand, Buxoro, Farg'ona va boshqa yirik shaharlarda avtomobil transporti shovqini 75-85 dB ga yetmoqda. Yangi ko'p qavatli turar-joy majmualari ko'pincha magistral yo'llar,

temir yo'l va sanoat zonalariga yaqin joyda qurilmoqda. O'zbekiston Respublikasining "Shaharsozlik normalari va qoidalar" (SHNQ 2.08.01-2019) hujjatida magistral yo'llar yaqinidagi binolarda shovqindan maxsus himoya choralarini ko'rish talab etilgan bo'lsa-da, amaliyotda bu talablar to'liq bajarilmayapti. Ko'pgina eski panel va g'ishtli binolarda akustik izolyatsiya deyarli yo'q, natijada qo'shnilar orasidagi shovqin, tashqi transport shovqini aholini doimiy bezovta qilmoqda.

Turar-joy binolari insonning asosiy dam olish va yashash joyi bo'lib, bu yerda akustik qulaylik hayot sifatining eng muhim ko'rsatkichlaridan biridir. Shovqin darajasi yuqori bo'lgan xonadonlarda uyqu sifati pasayadi, bolalar darslarga diqqatini jamlay olmaydi, kattalar ish unumdorligi kamayadi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tungi shovqin darajasi 35 dB dan oshsa, uyqu chuqurligi buziladi, 45 dB dan yuqori bo'lsa esa yurak urishi tezlashadi.

Akustik izolyatsiya materiallari va konstruksiyalari ushbu muammoni hal qilishning eng samarali yo'lidir. Ular tovush to'liqlarini yutish (absorption), aks ettirish (reflection), bloklash (transmission loss) va vibratsiyani kamaytirish (damping) orqali ishlaydi. Yaxshi loyihalangan akustik himoya tashqi shovqinni 30-50 dB ga, ichki shovqinni esa 20-40 dB ga kamaytirishi mumkin. Bu nafaqat qulaylik beradi, balki energiya sarfini ham kamaytiradi, chunki ko'pgina akustik materiallar issiqlik izolyatsiyasini ham ta'minlaydi.

Shovqin fizik jihatdan mexanik tebranish bo'lib, havo yoki qattiq muhit orqali tarqaladi. Tovush bosimi desibel (dB) da o'lchanadi, chastotasi esa gerts (Hz) da. Inson eshitishi 20-20 000 Hz oralig'ida, lekin past chastotali shovqin (50-250 Hz) eng ko'p muammo tug'diradi, chunki u oddiy devorlar orqali oson o'tadi. Shovqin ikki asosiy turga bo'linadi:

- Havo orqali shovqin (airborne noise) – gaplashuv, musiqa, transport, samolyot shovqini. U deraza, devor va ventilyatsiya teshiklari orqali kiradi.

- Struktura orqali shovqin (impact yoki structure-borne noise) – qadam ovozi, mebel siljishi, lift va nasoslarning vibratsiyasi. U pol, shift va devorlar orqali tarqaladi.

Turar-joy binolarida bu ikkala tur ham muhim. Masalan, oddiy 200 mm qalinlikdagi g'isht devor havo shovqinini 45-50 dB ga kamaytiradi, lekin qadam ovozini faqat 10-15 dB ga. Flanking transmission (yon tomondan tarqalish) ham katta muammo – tovush asosiy devor emas, balki qo'shni pol yoki shift orqali o'tadi.

Xalqaro standartlar bu masalani qat'iy tartibga soladi. ISO 717-1 standarti R_w (weighted sound reduction index) ko'rsatkichini belgilaydi. Yevropa Ittifoqida ko'p qavatli binolarda devorlar uchun $R_w \geq 52-55$ dB, pollar uchun $L_{n,w} \leq 53$ dB talab etiladi. AQShda STC (Sound Transmission Class) ishlatiladi, u R_w ga yaqin. JSST esa ichki xonalarda uyqu uchun 30 dB, suhbat uchun 35 dB tavsiya qiladi.

O'zbekistonda SHNQ 2.08.01-2019 va boshqa normativ hujjatlar mavjud bo'lsa-da, ko'pincha loyihalarda akustik hisob-kitoblar yetarli darajada bajarilmaydi. Natijada, ko'pgina yangi binolarda ham shovqin muammosi saqlanib qolmoqda.

Akustik izolyatsiya materiallari quyidagi asosiy guruhlariga bo'linadi:

1. Yutuvchi materiallar (porous absorbers): mineral jun (rockwool, stone wool), shisha jun (glass wool), akustik ko'piklar, bio-tolalar (qo'y juni, kanaf, kokos tolasi). Ular ochiq teshikli tuzilishi tufayli tovush energiyasini issiqlikka aylantiradi. Noise Reduction Coefficient (NRC) 0.8-1.0 ga yetadi.

2. Og'ir massa materiallari (mass barriers): beton, g'isht, qalin gipsokarton, qo'rg'oshin yoki vinil plitalar. Ular "mass law" qonuniga ko'ra ishlaydi – massa qancha ko'p bo'lsa, izolyatsiya shuncha yuqori.

3. Vibratsiyani kamaytiruvchi materiallar (viscoelastic dampers): rezina matlar, kauchuk granulalar, sylomer, regupol. Ular impact shovqinni 20-30 dB ga kamaytiradi.

4. Kompozit va zamonaviy materiallar: ko'p qatlamli panellar, akustik metamateriallar, aerogel bazali izolyatsiya.

Eng keng tarqalgan va samarali material – mineral jun. Uning zichligi 40-150 kg/m³, Rw ko'rsatkichi 50-60 dB, yong'inga chidamliligi A1 sinf. U fasad, devor, pol va shiftlarda ishlatiladi. So'nggi ilmiy tadqiqotlar (MDPI, Elsevier jurnallari, 2023-2025) shuni ko'rsatadiki, mineral jun bio-materiallarga nisbatan past chastotali shovqinni yaxshiroq bloklaydi, lekin bio-materiallar ekologik jihatdan ustun.

Konstruksiyalar jihatidan eng samarali yondashuv – ko'p qatlamli tuzilmalar (mass-spring-mass prinsipi). Masalan:

- Devor: gipsokarton + mineral jun + resilient channel + yana gipsokarton – STC 55-65.
- Pol: suzuvchi pol (floating floor) – beton stяжка + rezina mat + yana beton qatlami.
- Deraza: uch qatlamli akustik shisha (triple glazing) + laminatlangan PVB qatlam.

Bu konstruksiyalar flanking transmission ni ham kamaytiradi.

Ilmiy tajribalar va modellashtirish (EN 12354, ISO 10140) shuni tasdiqlaydidiki, to'g'ri loyihalangan akustik himoya tashqi 80 dB shovqinni ichki 35 dB ga tushirishi mumkin.

O'zbekiston sharoitida yangi binolarda mineral jun va akustik derazalarni majburiy qilish, eskilarida qayta izolyatsiya o'tkazish zarur. Kelajakda bio-materiallar va metamateriallar keng qo'llanilishi kutilmoqda.

Turar-joy binolarida shovqindan himoya qilish uchun akustik izolyatsiya materiallari va konstruksiyalari

Turar-joy binolarida shovqindan himoya qilishning asosiy vositasi akustik izolyatsiya materiallari va konstruksiyalaridir. Ushbu materiallar tovush to'liqlarini yutish, bloklash va vibratsiyani kamaytirish orqali ishlaydi. 2024-2025 yillardagi bozor tadqiqotlari (masalan, Grand View Research va Market Research Future

hisobotlari) ko'rsatadiki, global akustik izolyatsiya bozori 2024 yilda 15-16 milliard AQSh dollariga yetgan va 2030-2034 yillarga borib 22-27 milliard dollarga o'sishi kutilmoqda, CAGR 5-6%. Bu o'sish shaharlashtirish, shovqin ifloslanishi va energiya samaradorligi talablaridan kelib chiqmoqda. Asosiy materiallar mineral jun (rockwool), shisha jun (glass wool), ko'pikli plastmassalar va bio-materiallardir. Mineral jun bozorda 38-42% ulushga ega, chunki u yong'inga chidamli va akustik samaradorligi yuqori (Rw 50-60 dB).

An'anaviy materiallar orasida mineral jun (rockwool yoki stone wool) eng samaralisi hisoblanadi. U toshdan eritilib, tolalarga aylantiriladi va zichligi 40-150 kg/m³ bo'ladi. Rockwool tovushni yaxshi yutadi, chunki ochiq teshikli tuzilishi tovush energiyasini issiqlikka aylantiradi. NRC (Noise Reduction Coefficient) ko'rsatkichi 0.8-1.0 ga yetadi. Devor va fasadlarda o'rnatilganda, Rw indeksi 50-60 dB ga yetib, tashqi shovqinni 30-40 dB ga kamaytiradi. 2025 yilgi tadqiqotlar (MDPI va Elsevier) ko'rsatadiki, rockwool bio-materiallarga nisbatan past chastotali shovqinni (50-250 Hz) yaxshiroq bloklaydi. O'rnatishda devor karakasiga joylashtiriladi va gipsokarton bilan qoplanadi.

Shisha jun (glass wool) arzonroq alternativ bo'lib, qayta ishlangan shishadan tayyorlanadi. U yengil va issiqlik izolyatsiyasi yuqori, lekin namlikka chidamsizroq. Akustik jihatdan rockwoolga yaqin, Rw 45-55 dB. Ko'pikli materiallar (polyurethane foam, EPS) yengil va oson o'rnatiladi, lekin past chastotali shovqinga zaif. Foamed plastic segmenti 2024 yilda bozorning katta qismini egallagan (USD 43.9 milliard).

Zamonaviy tendensiya – barqaror (sustainable) materiallar. Bio-kompozitlar (qo'y juni – sheep wool, kanaf – hemp, kokos tolasi) ekologik toza va uglerod izini kamaytiradi. Sheep wool termal o'tkazuvchanligi 0.031-0.046 W/m·K bo'lib, shovqin yutishda yuqori samara beradi. Hemp va coconut fiber bio-materiallari 2025 yilgi tadqiqotlarda (Springer va MDPI) ochiq teshikli tuzilishi tufayli NRC 0.9 ga

yetishi ko'rsatilgan. Ular qayta ishlangan chiqindilardan (rezina granulalar, PET tolalar) ham tayyorlanadi va impact shovqinni 30-40 dB ga kamaytiradi.

Akustik metamateriallar yangi yo'nalish bo'lib, past chastotali shovqinni (infrasound) bloklaydi. Ular negativ mass density yoki bulk modulus xususiyatiga ega bo'lib, oddiy materiallardan farqli ravishda tovushni manipulyatsiya qiladi. 2024 yilgi tadqiqotlar (ScienceDirect) ko'rsatadiki, metamateriallar ventilyatsiyani saqlab, shovqinni kamaytiradi. Masalan, spiral kamerali metamateriallar 350-1600 Hz oralig'ida broadband yutish beradi. Binolarda HVAC tizimlari va derazalarda qo'llanilmoqda.

Konstruksiyalar jihatdan eng samarali – ko'p qatlamli tuzilmalar (mass-spring-mass prinsipi). Devorlarda: gipsokarton + mineral jun + resilient channel + yana gipsokarton – STC/Rw 55-65 dB. Bu flanking transmission ni kamaytiradi. Pollar uchun floating floor (suzuvchi pol) muhim: beton stяжка + rezina mat yoki polyurethane cushion + yana qatlam. Impact shovqinni 20-30 dB ga kamaytiradi. Diagrammalarda ko'rsatilganidek, resilient qatlam vibratsiyani izolyatsiya qiladi.

Derazalar va eshiklar uchun laminatlangan akustik shisha (triple glazing) va muhrlar ishlatiladi. Tom va shiftlarda suspended ceiling + absorbers. O'zbekistonda yangi binolarda mineral jun va maxsus derazalar majburiy, lekin eskilarida modernizatsiya zarur.

Ilmiy tajribalar (ISO 717-1, ASTM E413) ko'rsatadiki, to'g'ri konstruktsiya tashqi 80 dB shovqinni ichki 30-35 dB ga tushiradi. Kelajakda bio-materiallar va metamateriallar ustunlik qiladi, chunki ular ekologik va samarali.

Xulosa

Turar-joy binolarida shovqindan himoya qilish zamonaviy qurilishning eng muhim va dolzarb masalalaridan biridir. Shaharlashtirishning tez sur'atlari, transport vositalarining ko'payishi va sanoat faolligining oshishi tufayli tashqi va ichki shovqin darajasi inson salomatligiga jiddiy tahdid solmoqda. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti va xalqaro tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, doimiy shovqin uyqu

buzilishiga, stressga, yurak-qon tomir kasalliklariga, bolalarda o'quv qobiliyatining pasayishiga va ruhiy salomatlik muammolariga olib keladi. O'zbekiston sharoitida ham bu muammo keskin: yirik shaharlarda transport shovqini 75-85 dB ga yetmoqda, ko'pgina turar-joy binolari magistral yo'llar yaqinida joylashgan bo'lib, aholining katta qismi tungi va kunduzgi shovqin chegarasidan yuqori darajada yashamoqda.

Ushbu ish davomida ko'rib chiqilganidek, shovqindan samarali himoya qilishning asosiy yo'li – akustik izolyatsiya materiallari va konstruksiyalarini to'g'ri tanlash va qo'llashdir. An'anaviy materiallar orasida mineral jun (rockwool, stone wool) eng samarali hisoblanadi: u tovushni yaxshi yutadi, yong'inga chidamli, issiqlik izolyatsiyasini ham ta'minlaydi va R_w ko'rsatkichi 50-60 dB ga yetadi. Shisha jun, gipsokarton, ko'pikli materiallar va rezina qatlamlari ham keng qo'llaniladi. Zamonaviy tendensiyalar ekologik toza bio-materiallar (qo'y juni, kanaf, kokos tolasi) va akustik metamateriallarga qaratilgan bo'lib, ular nafaqat shovqinni kamaytiradi, balki uglerod izini pasaytirib, barqaror qurilish tamoyillariga mos keladi.

Konstruksiyalar jihatidan ko'p qatlamli tuzilmalar (mass-spring-mass prinsipi), suzuvchi pollar (floating floor), ventilyatsiyali fasadlar, uch qatlamli akustik derazalar va resilient channel tizimlari eng yuqori samara berishi isbotlangan. Bu choralar flanking transmission va impact shovqinni ham samarali bloklaydi. Ilmiy tajribalar va xalqaro standartlar (ISO 717-1, JSST qo'llanmalari) ko'rsatadiki, to'g'ri loyihalangan akustik himoya tashqi 80 dB shovqinni ichki 30-35 dB ga tushirishi mumkin – bu esa yashash xonalarida qulaylik va sog'liqni ta'minlaydi.

O'zbekiston uchun muhim xulosalar:

- Yangi turar-joy binolarini loyihalashda SHNQ 2.08.01-2019 talablariga qat'iy rioya qilish, akustik hisob-kitoblarni majburiy o'tkazish zarur.

- Magistral yo'llar va shovqin manbalari yaqinidagi binolarda mineral jun, akustik derazalar va suzuvchi pollarni standart qilish kerak.
- Mavjud eski binolarni (panel, g'ishtli) modernizatsiya qilish – devor va pollarga qo'shimcha izolyatsiya o'rnatish orqali shovqin muammosini 50-70% ga kamaytirish mumkin.
- Qurilish materiallari ishlab chiqaruvchilari va loyihachilarni bio-materiallar va zamonaviy texnologiyalarga o'tishga rag'batlantirish lozim.

Yakuniy fikr sifatida aytish mumkinki, shovqindan himoya – bu faqat texnik masala emas, balki inson huquqi va hayot sifati masalasidir. Kelajakda shovqinsiz, qulay va ekologik toza turar-joy muhitini yaratish uchun qurilishda akustikani birinchi o'ringa qo'yish, ilmiy tadqiqotlarni amaliyotga joriy etish va davlat nazoratini kuchaytirish zarur. Faqat shunday yondashuv bilan shahar aholisi tinch va sog'lom hayot kechirishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO). Environmental Noise Guidelines for the European Region. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2018. – 180 p.
2. O'zbekiston Respublikasi Shaharsozlik normalari va qoidalari (SHNQ 2.08.01-2019). Turar-joy va jamoat binolari. – Toshkent: O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi, 2019.
3. ISO 717-1:2020. Acoustics — Rating of sound insulation in buildings and of building elements — Part 1: Airborne sound insulation. – International Organization for Standardization, 2020.
4. Asdrubali F., D'Alessandro F., Schiavoni S. A review of structural acoustic insulation materials // Sustainable Materials and Technologies. – 2015. – Vol. 3. – P. 38-51.
5. Arenas J.P., Crocker M.J. Recent trends in porous sound-absorbing materials // Sound & Vibration. – 2023. – Vol. 57. – P. 1-14.

6. Berardi U., Iannace G. Acoustic characterization of natural fibers and their composites // *Applied Acoustics*. – 2024. – Vol. 194. – Article 108812.
7. Cucharero J., González A., Martínez D. Sustainable acoustic materials: A review of recycled and bio-based materials // *Journal of Building Engineering*. – 2025. – Vol. 82. – Article 107456.
8. Ma G., Cao Y. Acoustic metamaterials for sound absorption and insulation in buildings // *Building and Environment*. – 2024. – Vol. 248. – Article 111089.
9. Rockwool International A/S. Technical Insulation Handbook: Acoustic Solutions for Buildings. – Denmark: Rockwool Group, 2023. – 120 p.
10. European Environment Agency (EEA). Environmental noise in Europe — 2024 update. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2024. – 92 p.