

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.10/2025.27.12.T.01.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH
ASOSIDA BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

ABDUSATTOROV ASQARXO‘JA ABDUMAVLON O‘G‘LI

**FAVQULODDA VAZIYATLARNI OLDINI OLISH VA BARTARAF ETISH
UCHUN TONNELLARNING VAQTINCHALIK TEMIRBETON
QOPLAMASI MATERIALI TARKIBINI TAKOMILLASHTIRISH**

05.10.02 – Favqulodda holatlarda xavfsizlik. Yong‘in, sanoat, yadro va radiatsiya xavfsizligi

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2026

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации
доктора философии (PhD) по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor
of philosophy (PhD) on technical sciences**

Abdusattorov Asqarxo‘ja Abdumavlon o‘g‘li

Favqulodda vaziyatlarni oldini olish va bartaraf etish uchun tonnellarning vaqtinchalik temirbeton qoplamasi materiali tarkibini takomillashtirish.....3

Абдусатторов Аскархужа Абдумавлон угли

Совершенствование состава материала временной железобетонной крепи тоннелей для предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.....21

Abdusattorov Askarkhuja Abdumavlon ugli

Improving the material composition of temporary reinforced concrete tunnel linings for emergency prevention and response.....41

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works.....45

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.10/2025.27.12.T.01.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH
ASOSIDA BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

ABDUSATTOROV ASQARXO‘JA ABDUMAVLON O‘G‘LI

**FAVQULODDA VAZIYATLARNI OLDINI OLISH VA BARTARAF ETISH
UCHUN TONNELLARNING VAQTINCHALIK TEMIRBETON
QOPLAMASI MATERIALI TARKIBINI TAKOMILLASHTIRISH**

05.10.02 – Favqulodda holatlarda xavfsizlik. Yong‘in, sanoat, yadro va radiatsiya xavfsizligi

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2026

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.4.PhD/T6299 raqami bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent davlat transport universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus va ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.tstu.uz) va «ZiyoNet» axborot-ta’lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Ibragimov Baxrom Toshmuratovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Abdazimov Shavkat Xakimovich
texnika fanlari doktori (DSc), professor v.b.

Kadirov Ulug‘bek Baxtiyorovich
texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent

Yetakchi tashkilot:

**Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat
Texnika Universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat transport universiteti huzuridagi DSc.10/2025.27.12.T.01.03 raqamli Ilmiy kengashning 2026 yil 17 – mart soat 13:00 dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100067, Toshkent sh., Temiryo‘lchilar-1, tel: (+99871) 299-00-01, 299-02-43, faks: 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat transport universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (323 raqam bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 100067, Toshkent sh., Temiryo‘lchilar ko‘chasi, 1-uy. Tel.: (+99871) 299-05-66.

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil «__» _____ kuni tarqatildi.
(2026 yil «__» _____ dagi ___ raqamli reyestr bayonnomasi).

R.V. Raximov

Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi,
texnika fanlari doktori, professor

Y.O. Ruzmetov

Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash kotibi,
texnika fanlari doktori, professor

S.S. Sulaymanov

Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash qoshidagi Ilmiy seminar raisi,
texnika fanlari doktori, professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda transport-kommunikatsiya infratuzilmasini kengaytirish va barqaror rivojlantirish jarayonlari tonnellarga bo'lgan ehtiyojning ortib borishiga sabab bo'layotgani, so'nggi yillarda tunnel qurilishi jarayonida kuzatilgan favqulodda vaziyatlar sonining ko'payishi esa mazkur inshootlarda xavfsizlikni ta'minlash masalalariga alohida ahamiyat berilmoqda. Hozirgi kunda rivojlangan mamlakatlarda "...tog' usulidagi tunnel qurilishida favqulodda vaziyatlar oqibatida tonnellarga yetkazilgan zarar 20-30 % ni tashkil etishi va buning natijasida qurilish jarayonining 3-5 kun davomida to'xtab qolishi..."¹ ni hisobga olsak, tunnel qurilishi jarayonida favqulodda vaziyatlarning oldini olish uchun zamonaviy materiallardan foydalanish, xususan vaqtinchalik temirbeton qoplamalarning yuqori ishonchlilik ko'rsatkichlarini ta'minlash zarurati tug'iladi. Bu borada, jumladan tonnellar qurilishi jarayonida favqulodda vaziyatlarning oldini olish maqsadida resurs tejamkor va mahalliy sharoitlarga mos kompozitsion materiallardan foydalanish, shuningdek tunnel konstruksiyalarining mustahkamligini oshirish usullarini takomillashtirishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda hozirgi kunda tonnellar qurilishi jarayonida xavfsizlikni ta'minlash maqsadida vaqtinchalik temirbeton qoplama tarkibiga mahalliy bazalt tolasi qo'shib betonning sifat ko'rsatkichlarini takomillashtirishga qaratilgan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, jumladan, tonnellar vaqtinchalik temirbeton qoplamalarning favqulodda vaziyatlar sharoitida mustahkamlik va olovbardoshlik ko'rsatkichlarini ta'minlash ustuvor yo'nalishlardan hisoblanmoqda. Ushbu yo'nalishda, jumladan, tog' usulida quriladigan tonnellar uchun vaqtinchalik temirbeton qoplamalarda bazalt tolasi qo'shilgan betonning qo'llanishi, shuningdek uning favqulodda vaziyatlar sharoitida mustahkamlik va olovbardoshlik ko'rsatkichlarini ta'minlash bo'yicha nazariy va eksperimental tadqiqotlar olib borish dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Respublikamizda tonnellar qurilishi jarayonida xavfsizlikni ta'minlashni rivojlantirish, shu jumladan tunnel qurilishi va yo'l-transport infratuzilmasini modernizatsiya qilish bo'yicha keng ko'lamli chora-tadbirlar amalga oshirilib, bu borada muayyan natijalarga erishilmoqda. 2022 – 2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan 82-bandida "...qurilish xarajatlarini kamaytirish hisobiga qurilishga ketayotgan vaqtni 30 % kamaytirish...", 342-bandida esa "...favqulodda vaziyatlarning oldini olish va tezkor bartaraf etish..."² bo'yicha vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, xususan, favqulodda vaziyatlarni oldini olish va bartaraf etish uchun tonnellar vaqtinchalik temirbeton qoplamasi materiali tarkibini mahalliy bazalt tolasi qo'shish orqali takomillashtirish dolzarb va muhim vazifalardan hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 1 iyundagi "Favqulodda vaziyatlarning oldini olish va ularni bartaraf etish tizimi samaradorligini tubdan oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-5066-sonli, 2019 yil 10 apreldagi

¹ <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-avariynyh-situatsiy-pri-sooruzhenii-avtodorozhnyh-tonneley-gornym-sposobom-v-inzhenerno-geologicheskikh-usloviyah-g-sochi>

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60 son "2022-2026 yillarda yangi O'zbekistonni rivojlantirish strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni.

“O‘zbekiston Respublikasida favqulodda vaziyatlarning oldini olish va bartaraf etish hamda yong‘in xavfsizligini ta‘minlashning sifat jihatidan yangi tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5706-sonli Farmonlari, 2019-yil 20-fevraldagi “Qurilish materiallari sanoatini tubdan takomillashtirish va kompleks rivojlantirish to‘g‘risida”gi PQ-4198-sonli Qarori, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2023-yil 29-apreldagi “O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlarning oldini olish va bunday vaziyatlarda harakat qilish davlat tizimi faoliyatini samarali tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 171-sonli qarori, hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlarga mosligi. Dissertatsiya ishi bo‘yicha tadqiqotlar Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining II “Energetika, energiya va resurstejamkorlik” ustuvor yo‘nalishiga mos keladi.

Muammoni o‘rganganlik darajasi. Favqulodda vaziyatlarni oldini olish va bartaraf etish maqsadida tonnellarning vaqtinchalik temirbeton qoplamasi materiali tarkibini takomillashtirish masalalari bo‘yicha xorijiy olimlar tomonidan keng ko‘lamli ilmiy izlanishlar olib borilgan. Dunyo miqyosida tonnellar qurilishida yuzaga keladigan favqulodda vaziyatlarning oldini olish, ularning xavfsizligini ta‘minlash hamda zamonaviy, yuqori bardoshlikka ega qurilish materiallaridan samarali foydalanish bo‘yicha xorijiy olimlar tomonidan keng qamrovli ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilgan. Jumladan, H. Wagner, A. Dix, R. Sterling, R. Gooding, Nemeskeri-Kiss G., Fiore V., Sim J., Branston J., Kabay N., Aiello M.A., H.H. Chen, Y.C. Lin, A.M. Neville, S. Mindess kabi olimlarning olib borgan tadqiqotlari bu sohada alohida ahamiyatga ega.

Respublikamizda tonnellarning mustahkamligi va favqulodda vaziyatlarga bardoshlilikini oshirish masalasi A.A. Suleymanov, B.A. Mavlyankariyev, B.T. Ibragimov, I.U. Madjidov, M.R. Bakiyev, V. Raximov, M. Urazboyev, T.Z. Sulstonov, X. Fayziyev, I.I. Usmanxojayev, K.I. Nazarov kabi olimlar tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqotlar asosida rivojlandi. Shuningdek, beton tarkibiga yangi avlod qurilish materiallaridan samarali foydalanish masalalarini o‘rganish borasida bir qator yetakchi olimlar U.Z. Shermuxamedov, S.S. Salixanov, Ch.S. Raupov, U. Raxmanov, N.R. Muxammadiyev G‘.B. Malikov va boshqa mutaxassislar tomonidan turli yillarda amalga oshirilgan ilmiy izlanishlar mazkur yo‘nalishning yanada rivojlanishiga muhim hissa qo‘shgan.

Shu bilan birga, tonnellar qurilishi jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan turli favqulodda vaziyatlarning oldini olish hamda bu jarayonlarda yangi turdagi qurilish materiallaridan samarali foydalanish masalalari, shuningdek yuqori harorat ta‘sirida materialning mustahkamlik va olovbardoshlik ko‘rsatkichlarini oshirish usullarini takomillashtirish orqali qoplamaning konstruktiv ishonchliligini ta‘minlashga doir muammolar yetarli darajada o‘rganilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilganoliy ta‘lim muassasasining ilmiy-tadqiqot rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya ishi Toshkent Davlat transport universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqot maqsadi tog' usulida quriladigan tonnellarda favqulodda vaziyatlarning oldini olish va ularni samarali bartaraf etishni ta'minlash maqsadida vaqtinchalik temirbeton qoplama materiali tarkibini mahalliy bazalt tolasi qoshish asosida takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari:

favqulodda vaziyatlarni oldini olish maqsadida mahalliy bazalt tolasi qo'shilgan betonning mustahkamligi va uning an'anaviy betondan afzalliklarini asoslash;

favqulodda vaziyatlarga xos 400-800 °C yuqori haroratlarda bazalt tolali betonning mustahkamligini saqlash xususiyatlarini eksperimental o'rganish hamda uning ishlab chiqarish texnologiyasi va qo'llash metodikasini takomillashtirish;

favqulodda vaziyatlarni oldini olish maqsadida fibrobetonning mustahkamligi va olovbardoshligiga fibra qo'shimchasining ta'sirini baholash hamda evakuatsiya jarayonini ishlab chiqish;

tonnel qurilishida xavfsizlikni ta'minlash va favqulodda vaziyatlar yuzaga kelish ehtimolini kamaytirishga qaratilgan amaliy tavsiyalarni ishlab chiqish;

favqulodda vaziyatlarni oldini olish maqsadida tunnel qurilishida mahalliy bazalt tolali betonni qo'llashning xavfsizlik va iqtisodiy samaradorligini asoslash.

Tadqiqot obyekti sifatida respublikamizdagi tog' usulida quriladigan tonnellarni barpo etish jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan favqulodda vaziyatlar, shuningdek, ushbu vaziyatlarning oldini olish va ularni bartaraf etish jarayonlari olingan.

Tadqiqot predmeti sifatida tog' usulida quriladigan tonnellar uchun fibra beton asosidagi vaqtinchalik temirbeton qoplamalarning mustahkamlik va olovbardoshlik xususiyatlari, shuningdek favqulodda vaziyatlar sharoitida evakuatsiya vaqtini aniqlash va ularni bartaraf etish jarayonini takomillashtirish hisoblanadi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqot jarayonida matematik statika, matematik tahlil, eksperiment, tizimli va nazariy tahlil, fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullari, tog' usulida quriladigan tonnellar vaqtinchalik temirbeton qoplama uchun beton tarkibini takomillashtirish, hamda me'yoriy hujjatlarda belgilangan usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

tonnellarning vaqtinchalik temirbeton qoplamalarida mahalliy bazalt tolasi qo'shilgan va qo'shilmagan betonlarni qo'llash natijalari asosida fibrabetonning an'anaviy betondan 15 % gacha mustahkamroq ekanligi aniqlangan;

temirbeton tunnel qoplamalaridagi beton tarkibiga bazalt tolasi qo'shilishi natijasida fibrabetonning 400-800 °C harorat sharoitida o'z mustahkamligini saqlab qolishi aniqlanib, ushbu natijalar asosida fibrabetonni ishlab chiqarishning texnologik sxemasi hamda uning amaliy qo'llash metodikasi takomillashtirilgan;

favqulodda vaziyatlarni oldini olish maqsadida fibrobetonning mustahkamligi va olovbardoshligiga bazalt qo'shimchasining ta'sirini o'rganish natijasida tunnel qoplamasining xavfsizlik ko'rsatkichlari baholangan va favqulodda vaziyatlarda evakuatsiya jarayoni ishlab chiqilgan;

tonnel qoplamalarida bazalt tolali betonni qo'llashning texnik, xavfsizlik va iqtisodiy samaradorligi kompleks ravishda o'rganilib, mazkur materialdan

foydalanish favqulodda vaziyatlarning oldini olish hamda ularning salbiy oqibatlarini kamaytirishda samarali ekanligi asoslangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

favqulodda vaziyatlarda konstruksiya barqarorligini baholash uchun 400-800 °C harorat oralig'ida bazalt tolali betonning an'anaviy betonga nisbatan mustahkamlikni 20-25 % yuqoriroq saqlashi eksperimental ravishda aniqlangan;

favqulodda vaziyatlarda evakuatsiya xavfsizligini baholash bo'yicha hisob-kitoblar asosida, betonning yuqori haroratda barqarorligi odamlarni xavfsiz evakuatsiya qilish uchun zarur vaqt zaxirasini yaratishi aniqlangan;

favqulodda vaziyatlarning oldini olish maqsadida bazalt tolali betonni qo'llash tunnel qurilishida ish jarayonining xavfsizligini oshirishi hamda umumiy qurilish xarajatlarini 5-7 % gacha qisqartirish imkonini berishi texnik-iqtisodiy jihatdan asoslangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. O'tkazilgan ilmiy izlanishlarning zamonaviy ilmiy-uslubiy yondashuvlar asosida, yuqori aniqlikka ega bo'lgan o'lchash vositalari va sertifikatlangan laboratoriya uskunalaridan foydalangan holda amalga oshirilganligi bilan belgilanadi. Nazariy va eksperimental tadqiqotlar o'zaro adekvatligi, shuningdek, favqulodda vaziyatlarni oldini olish va bartaraf etish maqsadida tog' usulida quriladigan tonnellar uchun vaqtinchalik temirbeton qoplama tarkibiga bazalt tolasi qo'shilganda betonning mustahkamlik, olovbardoshlik, suv o'tkazmaslik va sovuqqa chidamlilik xususiyatlari bo'yicha o'tkazilgan tajriba-sinov ishlarining ijobiy natijalari hamda olingan ilmiy xulosalarning amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqotning ilmiy ahamiyati tog' usulida quriladigan tonnellarining vaqtinchalik temirbeton qoplamalari uchun mahalliy bazalt tolasi qo'shilgan betonning mustahkamligi va olovbardoshligini oshirish masalalarining nazariy hamda amaliy jihatdan asoslab berilganligi, shuningdek favqulodda vaziyatlar sharoitida evakuatsiya xavfsizligi darajasini aniqlash uchun qo'llaniladigan hisoblash usulining ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijasida favqulodda vaziyatlarni oldini olish va bartaraf etish maqsadida tog' usulida quriladigan tonnellarining vaqtinchalik temirbeton qoplama uchun mahalliy bazalt tolasi qo'shilgan betonning mustahkamlik va olovbardoshlik ko'rsatkichlari amalda tasdiqlandi hamda evakuatsiya xavfsizligi darajasini aniqlashga mo'ljallangan hisoblash usuli tunnel qurilish jarayonida qo'llanilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarini joriy qilish. Favqulodda vaziyatlarni oldini olish va bartaraf etish uchun tonnellarining vaqtinchalik temirbeton qoplama materiali tarkibini takomillashtirish bo'yicha o'tkazilgan ilmiy-tadqiqot ishi natijalari asosida:

favqulodda vaziyatlarning oldini olish va ularni bartaraf etish maqsadida tonnellarining vaqtinchalik temirbeton qoplamalari uchun beton tarkibiga mahalliy bazalt tolasi qo'shish hamda ushbu tarkibni takomillashtirish bo'yicha taklif etilgan yechim Toshkent shahar Favqulodda vaziyatlar bosh boshqarmasi tomonidan loyihalash jarayoniga joriy etildi (O'zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligining 2025-yil 28-oktabrdagi, 3/4/30-3264-sonli ma'lumotnomasi). Natijada,

takomillashtirilgan ushbu beton tarkibidan foydalanish hisobiga taklif etilayotgan kompozitsion materiallarning olovbardoshligi oshishi tufayli tonnellarning yong'inga qarshilik ko'rsatish qobiliyati va mustahkamligi 9-15 % gacha yaxshilangan hamda yemirilish yoki qulab tushish xavfi kamayishi imkonini bergan;

tonnel qurilishida favqulodda vaziyatlarning oldini olish, qurilish jarayonini tezlashtirish va umumiy samaradorlikni oshirish maqsadida beton tarkibiga mahalliy bazalt tolasi qo'shish bo'yicha taklif etilgan yechimlar Toshkent viloyati Bo'stonliq tumanidagi Pskem daryosida barpo etilayotgan Pskem GES qurilishi ob'ekti tarkibidagi tunnel qurilishida vaqtinchalik mahkamlovchi tizim sifatida qo'llash uchun tavsiya etilgan fibrabeton Toshkent shahar Favqulodda vaziyatlar bosh boshqarmasi tomonidan amaliyotga joriy qilingan (O'zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligining 2025-yil 28-oktabrdagi, 3/4/30-3264-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, takomillashtirilgan ushbu beton tarkibini qo'llash tunnel ichida ishlash xavfsizligi darajasini oshirish bilan birga, umumiy qurilish xarajatlarini 5-7 % gacha qisqartirish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarini aprobatsiyasi. Dissertatsiya ishining natijalari 2 ta xalqaro va 9 ta respublika ilmiy-texnik anjumanlarida ma'ruza qilingan va muhoqamadan o'tgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 19 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 8 ta maqola, jumladan 7 ta respublika va 1 ta chet el ilmiy jurnallarida nashr etilgan.

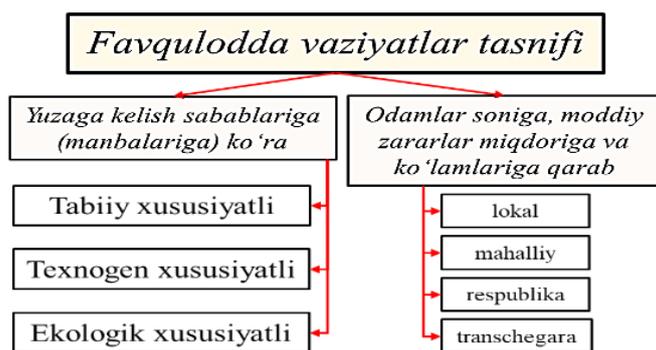
Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to'rtta bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 117 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

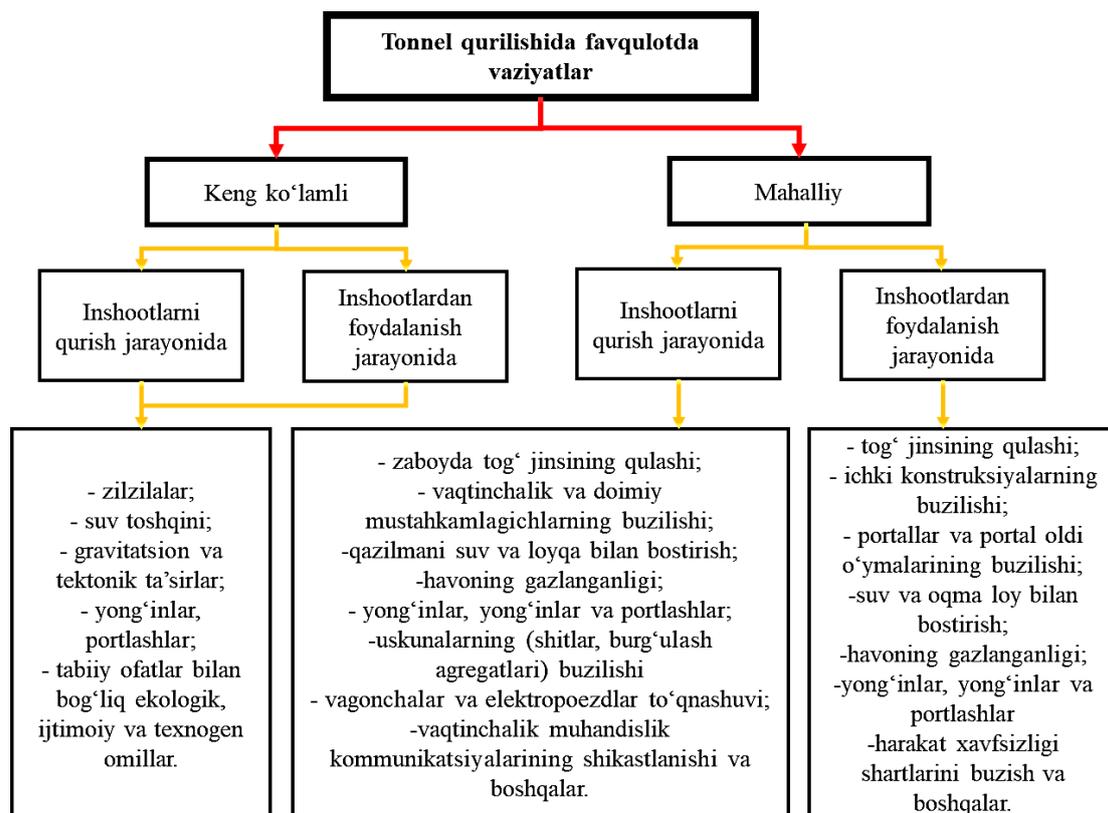
Kirish qismida uning dolzarbligi va zarurati asoslab berilgan, tadqiqotning maqsadi hamda vazifalari shakllantirilgan, tadqiqot obyekti va predmeti aniqlangan. Shuningdek, tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan. Ilmiy yangilik va amaliy natijalar bayon qilinib, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati yoritilgan. Tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilishi, nashr etilgan ishlar hamda dissertatsiya tuzilishi haqida ma'lumotlar bayon qilingan.

Dissertatsiyaning **“Tonnel qurilishida xavfsizlikni ta'minlash va vaqtinchalik temirbeton qoplamalarning mustahkamligini oshirishning hozirgi holati va dolzarb muammolari”** deb nomlangan birinchi bobida tonnellarda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan favqulodda vaziyatlarning – yong'in, portlash, gruntning o'pirilishi, suv bosishi va deformatsiyalar kabi xavfli jarayonlarning manbalari, shakllanish mexanizmlari va oqibatlari atroflicha yoritilgan (1-rasm). Yer osti inshootlarida, jumladan, tonnellar qurilishida sodir bo'ladigan avariya holatlari ularning “yuqori xavf zonasi” sifatida baholanishiga sabab bo'lishi, ayniqsa vaqtinchalik temirbeton qoplamalarning favqulodda vaziyatlar sharoitida eng zaif bo'g'in sifatida shakllanishi ilmiy asosda ko'rsatib berilgan (2-rasm). Fibrobetonlardan, xususan, bazalt tolali

betonlardan foydalanishning ilmiy asoslari keng tahlil qilingan. Turli tolalarning xususiyatlari solishtirilgan va ularning mustahkamlik ko'rsatkichlari keltirilgan.



1-rasm. Favqulodda vaziyatlar tasnifi



2-rasm. Tonnel qurilishida favqulotda vaziyatlar

Tonnellarga ularni qurish va ekspluatatsiya qilish jarayonida gruntlar va grunt suvlari ta'sir qilganligi sababli, bunday konstruksiyalarning namligi yetarlicha yuqori bo'lishi mumkin, bu esa vaqtinchalik mahkamlangan betonning mustahkamligi kamayishiga va portlashsimon yemirilishning yuzaga kelish ehtimolini oshiradi. Shu sababli, tonnellarning vaqtinchalik mahkamlovchi konstruksiyalarini turli bosimlardan, zarbalardan va portlab yemirilishdan himoya qilish zarur.

Tonnellar qurilishi sohasida sifat va ishonchlilik talablarining ortib borishi loyihalashdan tortib, beton mustahkamligini oshirishning takomillashtirilgan usullarini qo'llashgacha bo'lgan barcha bosqichlarda risk omillarini aniqlash va ularni kamaytirishni talab etadi. Tonnellar infratuzilmaning muhim qismi bo'lib, ularning mustahkamligi va xavfsizligi eng ustuvor masalalardan biridir. Shu bois, tonnel konstruksiyalarida zamonaviy materiallardan, ayniqsa fibrobetonlardan foydalanish dolzarb hisoblanadi.

Fibrobetonning afzalligi-uning yuqori mustahkamligi, yeyilishga chidamliligi, qulay ishlatilishi va xizmat muddati uzunligi bilan bog‘liq. Biroq, ishlab chiqarish texnologiyasi oddiy betondan murakkabroq bo‘lgani sababli uni keng qo‘llashda ma‘lum cheklovlar mavjud. Shu bilan birga, olib borilgan sinovlar beton tarkibiga tolalar qo‘shishning samarali ekanini ko‘rsatdi. Xususan, 1-jadvalda keltirilganidek, turli tolalarni qo‘shish egilishdagi mustahkamlikning sezilarli darajada oshishiga olib keladi. Eng yuqori natijalar amorf metall va po‘lat tolalar qo‘shilgan betonlarda qayd etilib, egilishga mustahkamlik 70 % dan ortiq oshgani aniqlangan.

1-jadval

Betonning mustahkamlik xususiyatlariga tolaning ta‘sirini o‘rganish natijalari

<i>Tadqiqotchilar</i>	<i>Ishlatilgan tola turi</i>	<i>Fibraning miqdori, hajm bo‘yicha %.</i>	<i>Mustahkamlikning oshishi R_{izg}, MPa</i>
Vasilovskaya N.G.	Bazalt 12 mm	0,1-0,25 % hajm bo‘yicha	262
Bogdanova Y.R.	Polipropilen 55mm	0,1-0,2 % hajm bo‘yicha	111
Panteleyev D.A.	Amorf metall 30 mm + po‘lat 54 mm	0,1-2,0 % hajm bo‘yicha	277
Korneyeva I.G.	Bazalt 4,6 va 15 mm	0-5 % hajmi bo‘yicha	210

Dissertatsiyaning **“Beton namunalari tayyorlash va sinov usullarining metodik asoslari”** deb nomlangan ikkinchi bobida beton namunalari tayyorlash hamda sinovdan o‘tkazishning metodik yondashuvlari yoritilgan bo‘lib, betonning mustahkamlik xususiyatlarini aniqlash bo‘yicha tajribalarda qo‘llaniladigan materiallarning fizik-mexanik xossalarini o‘rganish masalalari batafsil bayon etilgan. Taklif etilayotgan mahalliy bazalt tolasini qo‘shilgan beton namunalari tayyorlash jarayonining texnologik ketma-ketligi, tajribalarni o‘tkazish tartibi hamda laboratoriya jarayonlarining texnologik sxemasi to‘liq yoritilgan. Shuningdek, beton namunalari siqilishdagi mustahkamligi, prizmatik mustahkamligi, muzlashga bardoshlilik va suv o‘tkazmasligini aniqlash bo‘yicha tadqiqotlarning metodik asoslari bayon etilib, ilmiy asoslangan holda keltirilgan.

Qumning donadorlik tarkibi va yiriklik moduli GOST 8735-88 bo‘yicha aniqlandi. Elaklardagi qoldiqlar tarozida tortildi va qum tarkibidagi donalar o‘lchami 5 dan 10 mm gacha (Gr5) va 10 mm dan yuqori (Gr10) bo‘lgan chaqiq tosh fraksiyalarining massa ulushi quyidagi formulalar bo‘yicha hisoblab chiqildi:

$$Gr_{10} = \frac{M_{10}}{M} \cdot 100; \quad (1)$$

$$Gr_5 = \frac{M_5}{M} \cdot 100; \quad (2)$$

Elash natijalariga ko‘ra quyidagilar hisoblab chiqildi: har bir elakdagi xususiy qoldiq (a_i) foizda quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100 \quad (3)$$

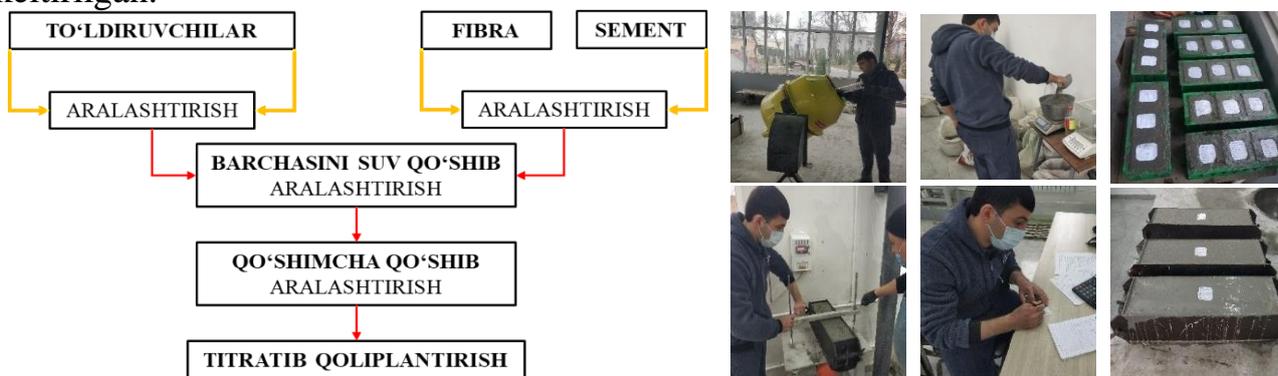
har bir elakdagi to‘liq qoldiq (A_i) foizlarda quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots - a_i \quad (4)$$

O‘lchami 5 mm dan katta bo‘lgan donalarsiz qumning yiriklik modulini (M_k) quyidagi formula bo‘yicha aniqlaymiz

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{063} + A_{0315} + A_{016}}{100} \quad (5)$$

Dispers-armaturalangan beton ishlab chiqarishning texnologik sxemasi 3-rasmda keltirilgan.



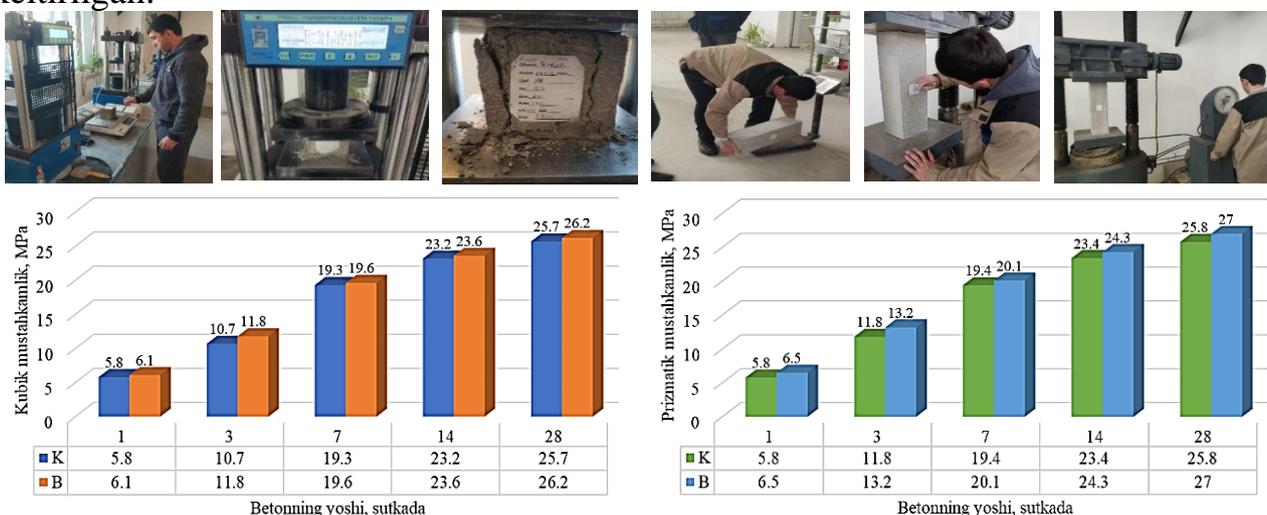
3-rasm. Dispers-armaturalangan beton ishlab chiqarishning texnologik sxemasi va namunalarni tayyorlash jarayoni

Fibrobeton ishlab chiqarish texnologiyasi asoslangan tarkibga va boshlang'ich materiallarning oqilona kombinatsiyasiga bog'liq. Fibrobetonning zichligi beton qorishmasida tolalarning bir tekis tarqalishi va ularning qorishmada to'g'ri joylashishini ta'minlashga bog'liq.

Beton qorishmalarining fizik-mexanik xossalarini tadqiq qilish

Kubik mustahkamlikni aniqlash usuli laboratoriya sharoitlarida betonning siqilishga chidamliligini aniqlash uchun ishlatdik. Ushbu usul beton tarkibining mustahkamlik darajasini baholash imkonini beradi. Namunalar tekshirilgan qoliplarda texnik shartlarning tegishli talablariga mos keladigan laboratoriyaning vibromaydonchasida qoliplash metodi bilan tayyorlandi (3-rasm).

Prizmatik mustahkamlikni aniqlash usuli betonning real konstruktiv sharoitdagi ishlash holatini baholash uchun qo'llanildi. Ushbu usul vaqtinchalik temirbeton qoplamalarda betonning deformatsiyaga bardoshlilikini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Tanlab olingan optimal tarkib asosida betonning prizmatik mustahkamligini aniqlash uchun namunalar tayyorlandi (3-rasm). Nazorat beton namunalari kubik va prizmatik mustahkamlik sinovi natijalari 4-rasmda keltirilgan.



4-rasm. Na'munalarni siqilishga va prizmatik mustahkamlikka sinash natijalari

Olib borilgan siqilishga mustahkamlik sinovlari shuni ko'rsatdiki, bazalt tolali beton qo'shilgan namunalar dastlabki qotish davrlarida (1, 3 va 7 sutkada) an'anaviy beton namunalariga nisbatan yuqoriroq mustahkamlik ko'rsatkichlarini namoyon etdi. 28 sutkada har ikki turdagi beton ham meyoriy mustahkamlikka erishdi, lekin bazalt tolali beton bir oz ustunlikni saqlab qoldi. Bu bazalt tolasining beton matritsasidagi yoriqlar tarqalishini susaytirish va ichki kuchlanishlarni bir maromda taqsimlash xususiyatlari bilan izohlanadi. Umuman olganda, bazalt tolali beton tonnillardagi vaqtinchalik mahkamlovchi va torket betonlash uchun istiqbolli material bo'lib, qurilish muddatini qisqartirish imkonini beradi.

Beton silindrlarning suv o'tkazmasligini aniqlash "ho'l dog' (мокрого пятна)" usuli bilan amalga oshirildi. Tekshirilayotgan ikki turdagi W_B (tarkibida bazalt tolalari mavjud bo'lgan beton) va W_K (tarkibida bazalt tolasini qo'shilmagan beton) namunalarida suv o'tkazuvchanlik xossalari 2-jadvalda aks ettirilgan.

2-jadval

Namuna-silindrlarning xususiyatlari W_B va W_K

№	Namunalar	Silindr o'lchamlari, sm		Namuna og'irligi, g	Namuna-silindrlarning zichligi, g/sm ³	Buzuvchi yoruvchi yuklama, MPa
		Diametr	Balandlik			
1	W_B	14,9	15,1	6450	2,45	0.8
2		14,9	15	6452	2,47	0.78
3		15	15	6465	2,44	0.82
4		14,9	15,1	6468	2,46	0.70
5		14,9	15,1	6455	2,45	0.68
6		15	15	6471	2,45	0.66
1	W_K	15	15,1	6414	2,40	0.62
2		15	15	6432	2,42	0.64
3		15	15,1	6412	2,40	0.63
4		15	15	6422	2,42	0.64
5		15,1	15	6426	2,38	0.68
6		15	15,1	6422	2,41	0.60

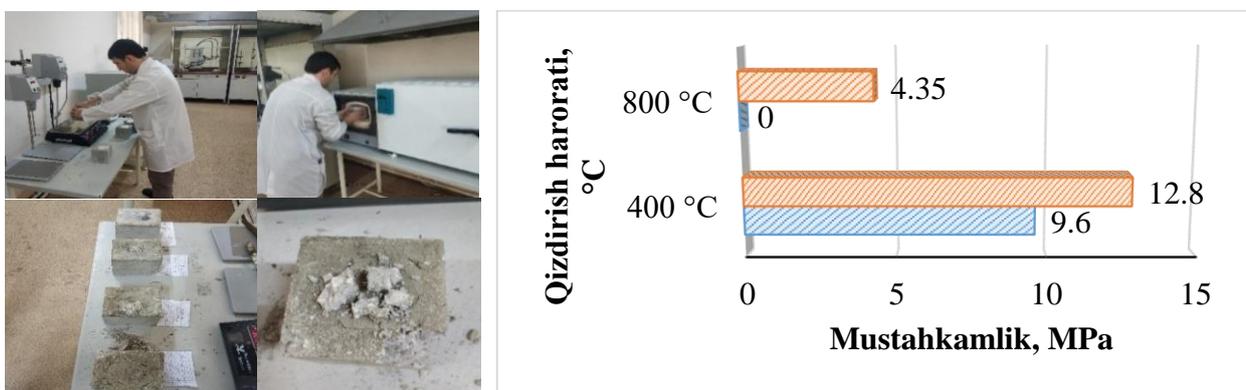
Dissertatsiyaning "Tonnel qoplamasining olovbardoshligi va xavfsizlik ko'rsatkichlarini baholash hamda evakuatsiya jarayonini ilmiy asoslash" deb nomlangan uchinchi bobida tonnellarni favqulodda vaziyatlardan himoyalashda fibrobeton qo'llashning nazariy va amaliy asoslari yoritilgan. Yuqori harorat ta'sirida betonning portlab yemirilishi yuzaga kelish sabablari va mexanizmi, beton tarkibiga qo'shiladigan bazalt tolalarning mustahkamlik va olovbardoshlikka ta'siri eksperimental sinovlar asosida o'rganilgan. Shuningdek, favqulodda vaziyatlarda evakuatsiya jarayonini baholash bo'yicha hisob-kitoblar ishlab chiqilib, tonnillarda bazalt tolali beton qo'llanishi konstruksiyaning yuqori haroratdagi barqarorligini oshirishi, natijada evakuatsiya uchun qo'shimcha vaqt zaxirasini yaratishi va tonnel ichida xavfsiz chiqishni ta'minlashi ilmiy jihatdan asoslab berilgan.

Ilmiy adabiyotlarda turli xil tolalar qo'shilgan betonlar ustida olib borilgan va betonning mustahkamligiga ijobiy ta'sir ko'rsatadigan tadqiqotlar haqida ma'lumotlar mavjud. Biroq, ushbu ishlarni o'rganish shuni ko'rsatdiki, ularni qizdirish natijasida

mustahkamlik ko'rsatkichlarining o'zgarishi to'g'risidagi ma'lumotlar yetarli emas, bu esa hisoblash usullari uchun juda muhimdir.

Namunalarning qotish muddati tugagandan so'ng, ya'ni beton namunalarinig yoshi 28 kunga yetgach beton namunamiz to'liq o'z mustahkamligiga erishdi shundan so'ng quyida keltirilgan usullar yordamida bir nechta sinovlar amalga oshirildi va namunalar 30 daqiqa davomida 400-800 °C doimiy haroratgacha qizdirildi. Hisob diametri sifatida olingan natijalar bo'yicha sinash natijalarining o'rta arifmetik qiymati sifatida hisoblab chiqariladi. Beton namunalarini olovbardoshlikka sinash jarayoni va diagrammasi 5-rasmda va sinash ishlari 3-jadvalda keltirilgan. Betonning siqilishdagi mustahkamligi R_{siq} , MPa quyidagicha aniqlanadi

$$R_{siq} = d_b/d_e, \text{ MPa} \quad (6)$$



5-rasm. Beton namunalarini olovbardoshlikka sinash jarayoni va diagrammasi

3-jadval

Beton namunalarini olovbardoshlikka sinash natijalari

No	Beton turi	Beton namunaning boshlang'ich markasi, M	Qizdirish harorati, °C	Qizdirish vaqti, daqiqa	d_b mm	d_e mm	d_b/d_e	Beton namunasining qizdirishdan keyingi mustahkamligi va markasi, MPa/M
1	Oddiy betoni	M250	400	30	25	9,6	2,6	9,60/M100
2	Tarkibiga bazalt tolasi qo'shilgan beton	M250	400	30	21	9,2	2,3	12,80/M150
3	Oddiy betoni	M250	800	30	0	0	0	0/M0
4	Tarkibiga bazalt tolasi qo'shilgan beton	M250	800	30	30	10	3	4,35/M50

Evakuatsiya hisob-kitobi tonneldagi yong'in, portlash, grunt opirilishi yoki to'satdan suv bosishi kabi favqulodda vaziyatlar sharoitida odamlarni xavfsiz joyga tezkor va samarali olib chiqish imkoniyatlarini aniqlashga qaratilgan. Bunda hisoblash inson oqimining harakat tezligi, tunnel uzunligi, chiqish yo'laklari soni va joylashuvi, havo harorati va tutun ta'sirida harakat tezligining o'zgarishi kabi parametrlar asosida amalga oshirildi.

Favqulodda vaziyatlarda tunnel ichidagi insonlar xavfsizligini ta'minlashning eng muhim bosqichi evakuatsiya jarayonining to'g'ri tashkil etilishidir. Tunnel konstruksiyasining mustahkamligi va olovbardoshligi bilan bir qatorda, evakuatsiya yo'llarining optimal joylashuviga muvofiqligi xavfsizlik konsepsiyasining ajralmas tarkibiy qismi hisoblanadi. Evakuatsiya hisob-kitobining asosiy maqsadi – odamlar hayotiga xavf tug'diruvchi omillar ta'siri ostida tonneldan chiqish uchun zarur bo'lgan vaqtni aniqlashdir. Ushbu vaqt tunnel konstruksiyasining olovbardoshlik muddati va bardoshlilik chegarasi bilan taqqoslanadi.

Evakuatsiya jarayonining tezligi va samaradorligi bir qator omillarga bog'liq bo'lib, ular orasida tunnelning uzunligi, shakli va egri-bugriligi va chiqish yo'laklari hamda joylashuvi, yoritish va signalizatsiya tizimlarining ishonchli ishlashi, havo almashinuvi va tutunga qarshi ventilyatsiya tizimlarining samaradorligi muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, tunnel ichidagi odamlar soni, ularning joylashuvi, jismoniy holati va psixologik tayyorgarligi ham evakuatsiya jarayonining tezligi va xavfsizligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga, yo'l qoplamasining holati, xavfsizlik belgilarining aniq ko'rinishi va evakuatsiya yo'laklarining to'siqlardan xoli bo'lishi ham jarayonning muvaffaqiyatini ta'minlovchi muhim omillardan hisoblanadi.

Tadqiqot obekti sifatida tog' usulida quriladigan tunnel olindi, tunnel qurilish jarayonida favqulodda vaziyat sodir bo'lganda evakuatsiyaning hisobiy vaqti ushbu tunnel ichidagi odamlarning maksimal oqim zichligida harakatlanib xavfsiz hududga chiqishi uchun zarur vaqtni aniqlash orqali amalga oshiriladi. Dastlabki amalga oshiradigan ishimiz, umumiy evakuatsiya yo'lini tunnelning eng ichkari qismidan boshlab undagi kishilar sonining ortib borishi va evakuatsiya yo'llarining o'lchamlari va qiyaliklari o'zgarishiga qarab uchastkalarga bo'lib chiqishdan iborat.

1-uchastka. Evakuatsiya yo'lining eng uzoqda joylashgan masofa $L_1=292$ m;

2-uchastka. Evakuatsiya yo'lini chiqish qismi joylashgan masofa $L_1=129$ m;

Odamlarni tonneldan evakuatsiya qilishning hisobiy vaqti (t_h) yuqorida keltirilgan uchastkalardagi odamlar oqimi harakati vaqtining yig'indisiga asoslanib quyidagicha aniqlanadi:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n, \quad (7)$$

bu vaqtni aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz

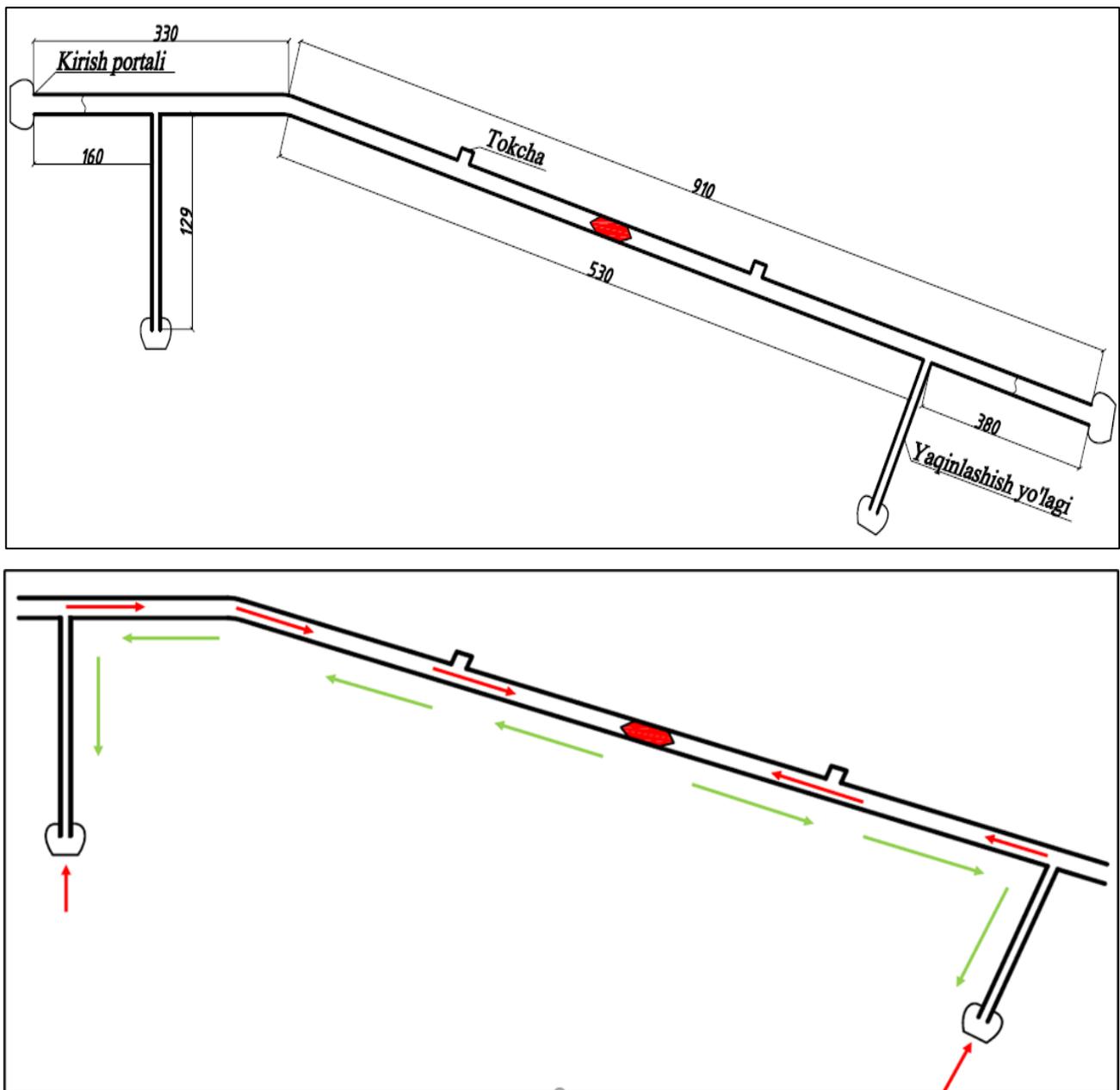
$$t_1 = \frac{L_1}{v_1}, \quad (8)$$

endigi amalga oshirilishi lozim bo'lgan ish odamlar oqimi zichligini aniqlash.

Odamlar oqimi zichligi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$D_1 = \frac{N_1 f}{L_1 \delta_1}, \quad (9)$$

Tonneldan evakuatsiya uchun xisobiy vaqt taqriban **5,5 daqiqani** tashkil etmoqda. Albatta, bu evakuatsiyaning haqiqiy vaqtidan biroz farq qiladi. Chunki, haqiqiy vaqtga turli omillar: tonnelda turli yoshdagi va jismoniy holatdagi kishilarning mavjud bo'lishi, evakuatsiya yo'llarining berkilib qolishi va boshqa ehtimoliy omillar jiddiy tasir ko'rsatadi.



6-rasm. Tonnelling umumiy ko‘rinishi va evakuatsiya sxemasi

Dissertatsiyaning “**Tonnellarda favqulodda vaziyatlarning oldini olish maqsadida bazalt tolali betonlarni qo‘llash orqali xavfsizlikni ta‘minlash bo‘yicha tavsiyalar va iqtisodiy samaradorlikni asoslash**” deb nomlangan to‘rtinchi bobida tunnel qurilishida sifat va xavfsizlikni ta‘minlash hamda favqulodda vaziyatlarga barqaror qoplama yaratish bo‘yicha tog‘ sharoitida quriladigan tonnellar xavfsizligini oshirishga xizmat qiluvchi metodik tavsiyalar ishlab chiqilgan. Bundan tashqari, tog‘ usulida quriladigan tonnellarda bazalt tolali betonni qo‘llashning xavfsizlik, texnik va iqtisodiy jihatdan afzalliklari ilmiy asosda yoritilgan. Favqulodda vaziyatlarning oldini olish maqsadida bazalt tolali betonlarni tonnelling vaqtinchalik temirbeton qoplamalarida qo‘llash samaradorligini asoslashning ahamiyati ochib berilgan. Ushbu materialning favqulodda vaziyatlarda – yong‘in, portlash, yuqori harorat va o‘pirilish kabi xavf omillari sharoitida konstruksiyaning barqarorligini oshirishi ilmiy dalillar bilan asoslangan.

O'tkazilgan tadqiqotlar asosida tonnellarini loyihalash va qurishda risk tahlilini o'tkazish bo'yicha tavsiyalar berish mumkin. Risk darajasi inshootning ekspluatatsion ishonchligini belgilovchi kritik qiymatlar bo'yicha konstruksiyaning chegaraviy holatga yaqinlashish ehtimoli bilan tavsiflanadi va ushbu formula bo'yicha aniqlanadi:

$$V=1-P \quad (10)$$

bunda $P=1/2+F(\gamma)$ – yer osti inshootining buzilmasdan ishlash ehtimolligi, $F(\gamma)$ esa A.R Rjanitsin bo'yicha xavfsizlik koeffitsientida Laplas funksiyasi.

Riskni me'yorlashda mahalliy va xorijiy tadqiqotchilar tomonidan ishlab chiqilgan o'rtachalashtirilgan variantdagi shkaladan foydalanishni taklif qiladi, u 4-jadvalda keltirilgan. Ushbu shkalaga muvofiq, tunnel qurilishi tarmog'idagi maqbul risk darajasi 10^{-3} ga teng bo'lgan risk qiymatiga mos keladi.

4-jadval

Risk shkalasi

Risk darajasi	Riskni miqdoriy baholash (V)	Konstruksiyalarning ishlash sohasi
Juda past	$10^{-7} \dots\dots 10^{-6}$	Aviakosmik
Past	$10^{-6} \dots\dots 10^{-4}$	AES va boshqa o'ta muhim inshootlar
O'rtacha	$10^{-3} \dots\dots 10^{-1}$	Transport va sanoat-fuqarolik qurilishi
Baland	$10^{-1} \dots\dots 1,5 \times 10^{-1}$	Asbobsozlik (ommaviy buyumlar)
Yo'l qo'yilmaydigan	$>1,5 \times 10^{-1}$	-
Halokatli	$>0,5$	-

Konstruksiyaning ma'lum bir risk zonasi va buzilmasdan ishlash ehtimoliga qarab, risk darajasini aniqlash kerak. Keltirilgan mezonlarni xavfli vaziyatlarni muayyan tartib va butun yer osti inshootining xavflilik darajasini aniqlash uchun qo'llash tavsiya etiladi. Bunda A daraja xavfsizlikni ta'minlash bo'yicha kechiktirib bo'lmaydigan choralarni talab qiladigan yuqori (qabul qilib bo'lmaydigan) risk darajasiga, V va S daraja xavfning o'rtacha darajasiga, D daraja esa eng xavfsiz sharoitlarga mos keladi. Yuqorida aytib o'tilgan toifadagi har bir xavfli vaziyat uchun yuzaga kelishi mumkin bo'lgan oqibatlarini besh bosqichga bo'lish lozim (5-jadval).

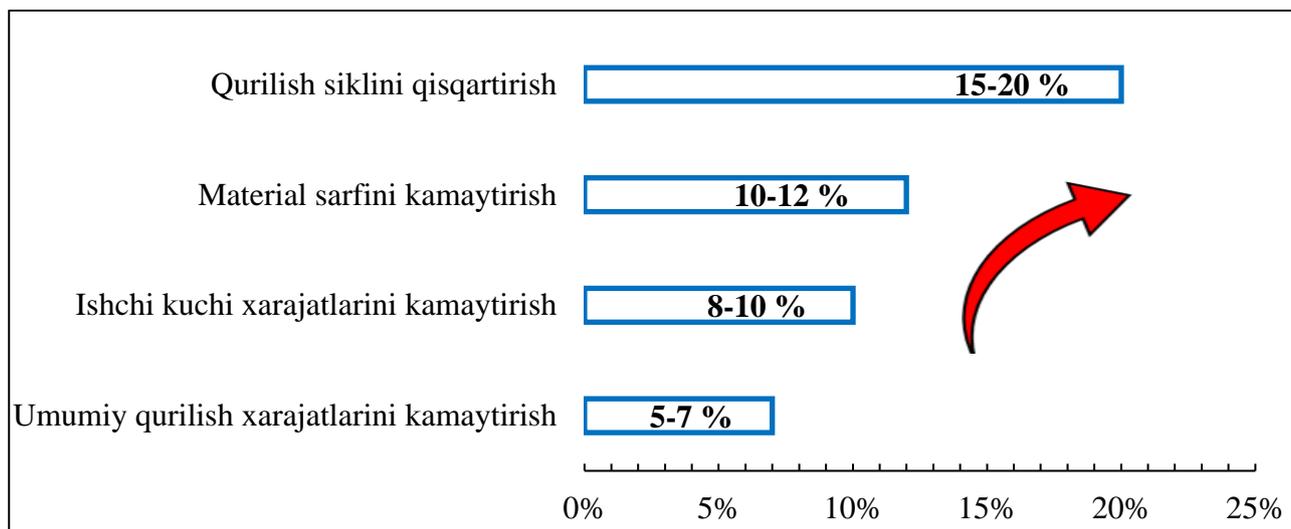
5-jadval

Risk oqibatlari

Bosqich	Texnik xususiyatlari	Qurilish muddatlari	Qurilish qiymatidan %	Boshqa ta'sirlar
1	Minimal ta'sir yoki ta'sirning yo'qligi	Minimal ta'sir yoki ta'sirning yo'qligi	Minimal ta'sir yoki yo'qligi	Hech qanday
2	Zaxiraning biroz kamayishi bilan maqbul oqibatlar	Qo'shimcha resurslar talab etiladi. Ish belgilangan muddatlarda bajarilishi mumkin.	<5 %	Biror ta'sir
3	Zaxiraning sezilarli darajada kamayishi bilan maqbul oqibatlar	Asosiy bosqichlarda kichik uzilish. Ish belgilangan muddatda bajarilmaydi.	5-7 %	O'rtacha ta'sir
4	Barcha zaxiralardan foydalangan holda maqbul oqibatlar	Qurilishning asosiy bosqichlarida jiddiy uzilish	7-10 %	Kuchli ta'sir
5	Nomaqbul oqibatlar	Belgilangan muddatlarda texnologik jarayonni bajarishning iloji yo'q.	>10%	Nomaqbul ta'sir

Qurilish ishtirokchilarining moliyaviy xarajatlari nuqtai nazaridan, riskni maqbullik darajasi ehtimoliy zarar miqdorini kamaytirish xarajatlari bilan belgilanadi. Zarar miqdorini baholash iqtisodiy maqsadga muvofiqlik muammosini hal qilish va loyihani yaratish va amalga oshirish uchun zarur bo'lgan moliyaviy xarajatlarni optimal taqsimlash natijasida aniqlanadi.

Favqulodda vaziyatlarning oldini olishda bazalt tolali betonlarning tog' usulida quriladigan tonnellarda qo'llanilishi tunnel inshootlarini qurish jarayonlarining texnik va iqtisodiy samaradorligini sezilarli darajada oshiradi (7-rasm).



7-rasm. Samaradorlik ko'rsatkichi

An'anaviy foydalanishdagi va bazalt tolali beton qorishmasini tayyorlash xarajatlari materiallar, ishchi kuchi va mashina-mexanizmlar uchun sarflangan miqdorlarning umumiy narxlari yig'indisiga bog'liq holda quyidagicha hisoblanadi:

$$C_{cm} = C_m + C_w + C_{mch} \quad (11)$$

Beton qorishmasining yakuniy material narxi uni tayyorlashda foydalanilgan qurilish materiallari – portlandsement, granulometrik tarkibi me'yorlangan chaqiq tosh, qum, ichimlik darajasidagi texnik suv hamda modifikatsiyalovchi kimyoviy qo'shimchalar (*plastifikatorlar*) narxlari yig'indisiga bog'liq holda quyidagicha texnik-iqtisodiy tahlil asosida hisoblanadi:

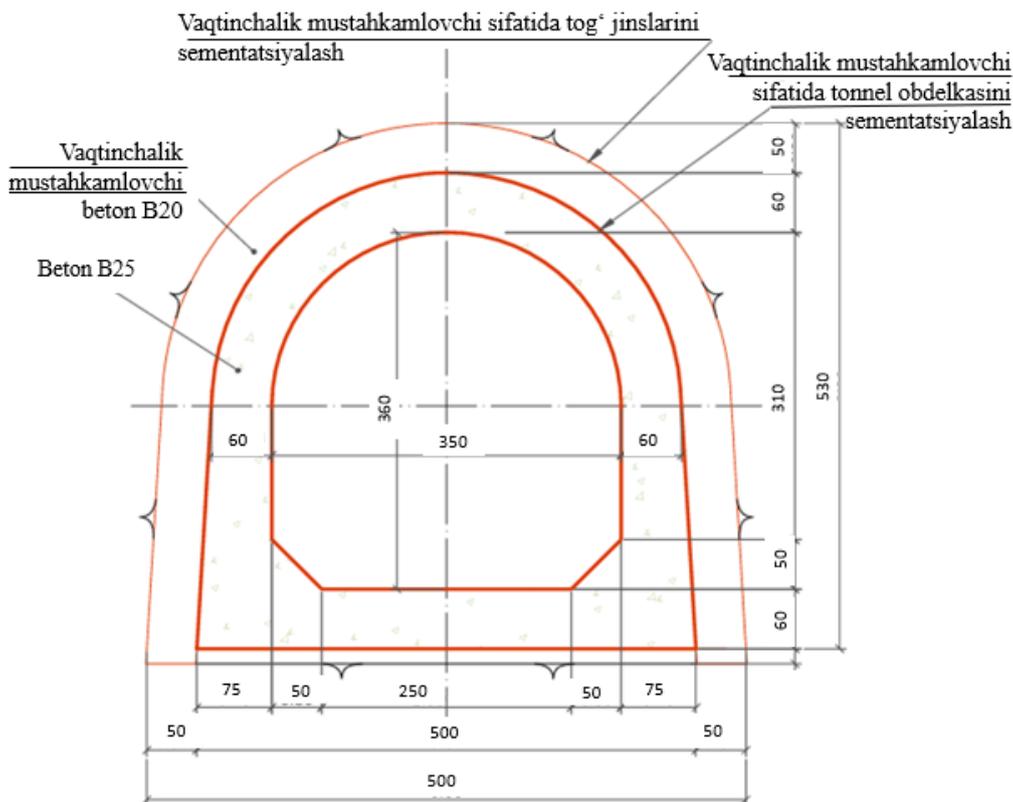
$$C_m = C_c \cdot Q_c + C_{sh} \cdot Q_{sh} + C_s \cdot Q_s + C_{wt} \cdot Q_{wt} + C_{ct} \cdot Q_{ct} \quad (12)$$

Quyidagi formulalar orqali beton qorishmasini tayyorlash uchun sarflangan ishchi kuchi (mehnat sarfi) va mashina-mexanizm xarajatlari aniqlanadi:

$$C_w = C_r \cdot Q_{wk} \quad (13)$$

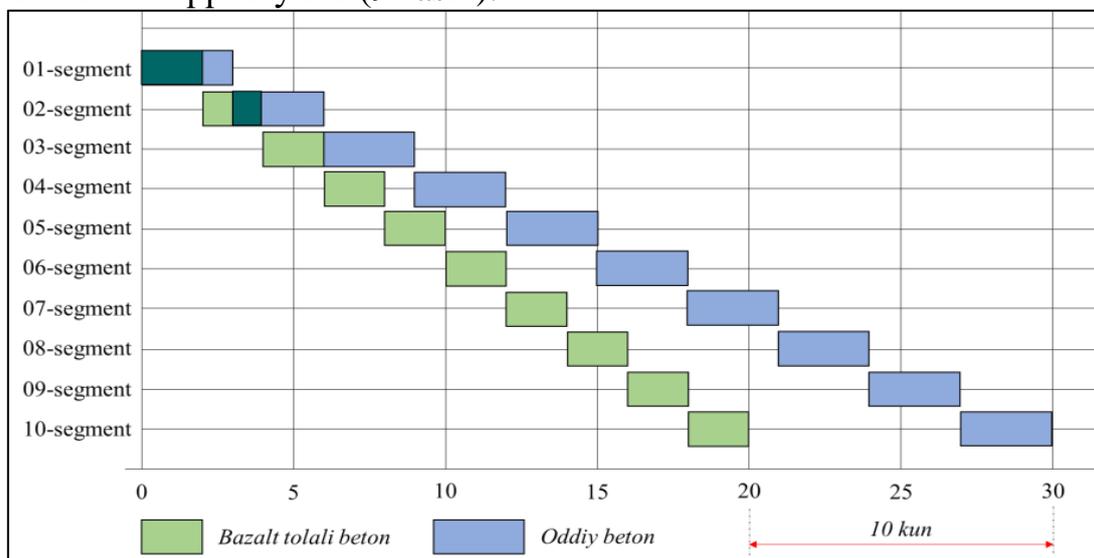
$$C_{mch} = C_f \cdot Q_f + C_{cf} \cdot Q_{cf} \quad (14)$$

Yuqorida keltirilgan ko'rsatkichlar loyihalashtirish jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan metodologik, nazariy va amaliy xatoliklar, tog' jinslarining noaniq va notekis ko'chishi (*geodinamik o'zgarishlar*), shuningdek, qurilish-montaj ishlari, xususan portlatish jarayonlaridagi xavf omillari sababli o'zgaruvchanlikka ega bo'lishi mumkin.



8-rasm. Tog' usulida qurilayotgan tunnel ko'ndalang kesim yuzasi

Quyida Gantt diagrammasi yordamida oddiy beton va bazalt tolali beton ishlatilgan holatlarda 10 segmentdan iborat tunnel ungurini uchastkasini betonlash ishlarini o'zaro taqqoslaymiz (9-rasm).



9-rasm. Oddiy va bazalt tolali beton qorishmalari asosida tunnel segmentlari betonlash jadvali

Ushbu diagrammadan ko'rishimiz mumkinki, bazalt tolali betonning qotuvchanligi yuqoriroq bo'lgani sababli har bir betonlash sikli 1 kun muddatga qisqaradi. Bu esa umumiy loyihaning yakuniy muddatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ushbu samaradorlik vaqt omili bilan bog'liq iqtisodiy foyda, texnika va mehnat resurslarining takroriy ishlatilishi, ishchilarni boshqa uchastkalarga tezroq jalb etish va loyiha kechikishlarining oldini olish orqali ta'minlanadi.

XULOSA

“Favqulodda vaziyatlarni oldini olish va bartaraf etish uchun tonnellarining vaqtinchalik temirbeton qoplamasi materiali tarkibini takomillashtirish” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar keltirilgan:

1. Tog‘ usulida quriladigan tonnellar qurilishi jarayonida yuzaga keladigan favqulodda vaziyatlar (yong‘in, portlash, opirilish, suv bosishi) eng avvalo vaqtinchalik temirbeton qoplamalarning mustahkamligi va olovbardoshligi bilan bevosita bog‘liqligi ilmiy asosda ko‘rsatib berildi.

2. Favqulodda vaziyatlarning oldini olish maqsadida tog‘ usulida quriladigan tonnellarining vaqtinchalik temirbeton qoplamalari uchun mahalliy bazalt tolasi qo‘shilgan betonning mustahkamlik, suv o‘tkazmaslik va sovuqqa chidamlilik ko‘rsatkichlari an’anaviy betonga nisbatan yuqori ekanligi eksperimental tadqiqotlar orqali tasdiqlandi.

3. Favqulodda vaziyatlarda, xususan yong‘in va portlash sharoitlarida, 400-800 °C harorat oralig‘ida bazalt tolali betonning an’anaviy betonga nisbatan mustahkamlikni 20-25 % yuqoriroq darajada saqlab qolishi tajribalar orqali isbotlanib, konstruksiyaning vaqtinchalik barqarorligini oshirishi ilmiy asosda ko‘rsatildi.

4. Favqulodda vaziyatlarda tunnel ichida xavfsiz evakuatsiyani ta’minlash uchun betonning yuqori haroratdagi qoldiq mustahkamligi asosida evakuatsiya xavfsizligini baholash bo‘yicha hisob-kitoblar ishlab chiqildi.

5. Favqulodda vaziyatlarning eng noqulay ssenariylarida ham evakuatsiya uchun zarur bo‘lgan vaqt 20 daqiqagacha yetishi aniqlanib, bazalt tolali beton asosidagi vaqtinchalik temirbeton qoplamalarning olovbardoshlik va konstruktiv mustahkamlik chegarasi 30 daqiqani tashkil etishi sababli, ushbu vaqt oralig‘i xavfsiz evakuatsiyani ta’minlash uchun yetarli ekanligi ilmiy jihatdan asoslandi.

6. Tog‘ usulida quriladigan tonnellar uchun bazalt tolali beton asosidagi vaqtinchalik temirbeton qoplamalardan foydalanish favqulodda vaziyatlarga bardoshlilikni oshirishi bilan birga, qurilish jarayonida xavfsiz ish zonasini shakllantirishga hamda favqulodda vaziyatlarda inson hayotini saqlab qolishga xizmat qilishi mumkin.

7. Favqulodda vaziyatlarni oldini olish nuqtai nazaridan bazalt tolali betonni qo‘llash hisob-kitoblarga ko‘ra nafaqat tonnellar xavfsizligini oshirishi, balki umumiy qurilish xarajatlarini 5-7 % ga qisqartirishi aniqlanib, ushbu materialning texnik va iqtisodiy samaradorligi kompleks tarzda ilmiy asoslab berildi.

Muallif dissertatsiya mavzusini tanlash, qimmatli maslahatlar berish, tadqiqotlarni amalga oshirish, natijalarni muhokama qilish va joriy etish jarayonida, shuningdek o‘tkazilgan nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijalarini o‘zaro taqqoslash hamda takomillashtirish masalalarida ko‘rsatgan yordamlari uchun Texnosfera xavfsizligi kafedراسi professori, t.f.d. S.S. Sulaymanovga, ilmiy rahbari t.f.d., professor B.T. Ibragimovga hamda “Ko‘priklar va tonnellar” kafedراسi mudiri t.f.d., professor U.Z. Shermuxamedovga chuqur minnatdorchilik izhor etishni o‘zining burchi deb hisoblaydi.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ
СТЕПЕНЕЙ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
DSc.10/2025.27.12.T.01.03 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

АБДУСАТТОРОВ АСКАРХОЖА АБДУМАВЛОН УГЛИ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОСТАВА МАТЕРИАЛА ВРЕМЕННОЙ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КРЕПИ ТОННЕЛЕЙ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ И
ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

**05.10.02 - Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Пожарная, промышленная, ядерная
и радиационная безопасность**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2025.4.PhD/T6299.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации доступен на трех языках (узбекский, русский, английский (разуме)) размещен на веб-сайте Научного Совета (www.tstu.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net.uz).

Научный руководитель:

Ибрагимов Бахром Ташмуратович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Абдазимов Шавкат Хакимович
доктор технических наук (DSc), и.о. профессор

Кадыров Улугбек Бахтиёрович
доктор философии по техническим наукам, доцент

Ведущая организация:

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова

Защита диссертации состоится «17» марта 2026 г. в 13:00 часов на заседании Научного совета DSc.10/2025.27.12.T.01.03 при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167, г. Ташкент, ул. Темирйўлчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; E-mail: rektorat@tstu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (зарегистрирован под номером № 323). (Адрес: 100167, Ташкент ул. Темирйўлчилар, 1. Тел.: (99871) 299-05-66).

Автореферат диссертации разослан « ____ » _____ 2026 года.
(протокол рассылки № _____ от « ____ » _____ 2026 года).

Р.В. Рахимов

Председатель Научного совета
по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

Я.О. Рузметов

Ученый секретарь Научного совета
по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

С.С. Сулайманов

Председатель научного семинара,
при Научном совете по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире процессы расширения и устойчивого развития транспортно-коммуникационной инфраструктуры приводят к увеличению потребности в тоннелях, а в последние годы увеличение количества чрезвычайных ситуаций, наблюдаемых в процессе строительства тоннелей, придает особое значение вопросам обеспечения безопасности на этих сооружениях. В настоящее время в развитых странах "...при строительстве тоннелей горным способом ущерб, нанесённый вследствие чрезвычайных ситуаций, составляет 20-30 %, что приводит к остановке строительного процесса на 3-5 суток..."¹, что подчёркивает необходимость использования современных материалов для предотвращения чрезвычайных ситуаций в процессе строительства тоннелей, в частности, обеспечения высоких показателей надежности временных железобетонных покрытий. В связи с этим, в частности, в целях предотвращения чрезвычайных ситуаций в процессе строительства тоннелей, особое внимание уделяется использованию ресурсосберегающих и подходящих к местным условиям композиционных материалов, а также совершенствованию методов повышения прочности тоннельных конструкций.

В настоящее время в мире в целях обеспечения безопасности в процессе строительства тоннелей проводятся научно-исследовательские работы, направленные на улучшение качественных показателей бетона путем добавления местного базальтового волокна во временное железобетонное покрытие. В связи с этим одним из приоритетных направлений является обеспечение прочности и огнестойкости временных железобетонных покрытий тоннелей в условиях чрезвычайных ситуаций. В этом направлении, в том числе, актуальной задачей является проведение теоретических и экспериментальных исследований по применению бетона с добавлением базальтового волокна во временных железобетонных покрытиях при строительстве тоннелей горным способом, а также обеспечению его прочностных и огнестойких показателей в условиях чрезвычайных ситуаций.

В нашей республике реализуются масштабные меры по развитию обеспечения безопасности в процессе строительства тоннелей, в том числе по строительству тоннелей и модернизации дорожно-транспортной инфраструктуры, в этом направлении достигнуты определенные результаты. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 - 2026 годы, в частности, в пункте 82 "...сокращение времени строительства на 30% за счет снижения его стоимости...", а в пункте 342 определены задачи по "...предупреждению и оперативному устранению чрезвычайных ситуаций..."². При реализации этих задач одной из актуальных и важных задач является совершенствование состава материала временного железобетонного покрытия тоннелей путем

¹ <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-avariynyh-situatsiy-pri-sooruzhenii-avtodorozhnyh-tonneley-gornym-sposobom-v-inzhenerno-geologicheskikh-usloviyah-g-sochi>

² Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 - 2026 годы».

добавления местного базальтового волокна для предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан от 1 июня 2017 года № УП-5066 “О мерах по коренному повышению эффективности системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций”, от 10 апреля 2019 года № УП-5706 “О внедрении в Республике Узбекистан качественно новой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также обеспечения пожарной безопасности”, Постановлении Президента Республики Узбекистан от 20 февраля 2019 года № ПП-4198 “О мерах по коренному совершенствованию и комплексному развитию промышленности строительных материалов”, Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 29 апреля 2023 года № 171 “ О мерах по эффективной организации деятельности Государственной системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях Республики Узбекистан”, а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Исследования по диссертационной работе соответствуют приоритетному направлению II “Энергетика, энергия и ресурсосбережение ” в рамках развития науки и технологий Республики.

Степень изученности проблемы. В целях предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций зарубежными учеными проведены широкомасштабные научные исследования по вопросам совершенствования состава материала временного железобетонного покрытия тоннелей. Во всем мире зарубежными учеными проведены обширные научные исследования по предотвращению чрезвычайных ситуаций, возникающих при строительстве тоннелей, обеспечению их безопасности и эффективному использованию современных, высокопрочных строительных материалов. В частности, исследования таких ученых, как Н. Wagner, А. Dix, R. Sterling, R. Gooding, Nemeskeri-Kiss G., Fiore V., Sim J., Branston J., Kabay N., Aiello M.A., H.H. Chen, Y.C. Lin, A.M. Neville, S. Mindess, имеют особое значение в этой области.

Вопросы повышения прочности и устойчивости тоннелей к чрезвычайным ситуациям в республике рассмотрены в работах и развиты на основе научных исследований, проведенных такими учеными, как А.А. Сулейманов, Б.А. Мавлянкарриев, Б.Т. Ибрагимов, И.У. Маджидов, М.Р. Бакиев, В. Рахимов, М. Уразбаев, Т.З. Султанов, Х. Файзиев, И.И. Усманходжаев, К.И. Назаров. Кроме того, научные исследования, проведенные в разные годы рядом ведущих ученых как У.З. Шермухамедовым, С.С. Салихановым, Ч.С. Рауповым, У. Рахмановым, Н.Р. Мухаммадиевым, Г.Б. Маликовым и другими специалистами по изучению вопросов эффективного использования строительных материалов нового поколения в составе бетона, внесли значительный вклад в дальнейшее развитие этого направления.

Вместе с тем, недостаточно изучены вопросы предотвращения различных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть в процессе строительства тоннелей и эффективного использования в этих процессах новых видов строительных материалов, а также проблемы обеспечения конструктивной надежности покрытия путем совершенствования методов повышения прочностных и огнестойких показателей материала под воздействием высоких температур.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнена в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского государственного транспортного университета.

Целью исследования является совершенствование состава материала временного железобетонного покрытия на основе добавления местного базальтового волокна в целях обеспечения предупреждения и эффективного устранения чрезвычайных ситуаций при строительстве тоннелей горным способом.

Задачи исследования:

обоснование прочности бетона с добавкой местного базальтового волокна и его преимуществ перед традиционным бетоном в целях предотвращения чрезвычайных ситуаций;

экспериментальное изучение свойств базальтоволокнистого бетона для сохранения прочности при температурах выше 400-800 °С, характерных для чрезвычайных ситуаций, а также совершенствование технологии его производства и методики применения;

оценка влияния добавки фибры на прочность и огнестойкость фибробетона с целью предотвращения чрезвычайных ситуаций и разработка процесса эвакуации;

разработка практических рекомендаций, направленных на обеспечение безопасности при строительстве тоннеля и снижение вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций;

обоснование безопасности и экономической эффективности применения местного базальтоволокнистого бетона при строительстве тоннелей в целях предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Объектом исследования являются чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при строительстве тоннелей горным способом в нашей республике, а также процессы предотвращения и ликвидации этих ситуаций.

Предметом исследования являются прочностные и огнестойкие свойства временных железобетонных покрытий на основе фибробетона при строительстве тоннелей горным способом, а также определение времени эвакуации в условиях чрезвычайных ситуаций и совершенствование процесса их ликвидации.

Методы исследования. В процессе исследования использовались методы математической статистики, математического анализа, эксперимента, системного и теоретического анализа, современные методы физико-химического анализа,

совершенствования состава бетона для временного железобетонного покрытия при строительстве тоннелей горным способом, а также методы, указанные в нормативных документах.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

на основе результатов применения бетона с добавлением и без добавления местного базальтового волокна во временных железобетонных покрытиях тоннелей установлено, что фибробетон на 15 % прочнее традиционного бетона;

в результате добавления базальтового волокна в состав бетона железобетонных тоннельных покрытий было установлено, что фибробетон сохраняет свою прочность при температуре 400-800 °С, и на основе этих результатов была усовершенствована технологическая схема производства фибробетона и методика его практического применения;

в результате изучения влияния добавки базальта на прочность и огнестойкость фибробетона с целью предотвращения чрезвычайных ситуаций оценены показатели безопасности покрытия тоннеля и разработан процесс эвакуации в чрезвычайных ситуациях;

комплексно изучена техническая, безопасная и экономическая эффективность применения базальтового волокнистого бетона в тоннельных покрытиях, обоснована эффективность использования этого материала для предотвращения чрезвычайных ситуаций и снижения их негативных последствий.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

экспериментально установлено, что базальтоволокнистый бетон сохраняет прочность на 20-25 % выше, чем традиционный бетон, в диапазоне температур 400-800 °С для оценки устойчивости конструкции в чрезвычайных ситуациях;

на основе расчетов по оценке безопасности эвакуации в чрезвычайных ситуациях установлено, что высокотемпературная устойчивость бетона создает необходимый резерв времени для безопасной эвакуации людей;

технико-экономически обосновано, что использование базальтового волокнистого бетона в целях предотвращения чрезвычайных ситуаций повышает безопасность рабочего процесса при строительстве тоннелей и позволяет сократить общие строительные расходы на 5-7 %.

Достоверность результатов исследования. Определяется тем, что проведенные научные исследования основаны на современных научно-методических подходах, с использованием высокоточных измерительных средств и сертифицированного лабораторного оборудования. Обосновывается взаимной адекватностью теоретических и экспериментальных исследований, а также положительными результатами проведенных опытно-экспериментальных работ по прочностным, огнестойким, водонепроницаемым и морозостойким свойствам бетона при добавлении базальтового волокна в состав временного железобетонного покрытия при строительстве тоннелей горным способом в целях предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также внедрением в практику полученных научных выводов.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость исследования заключается в том, что в целях

предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций теоретически и практически обоснован вопрос повышения прочности и огнестойкости бетона с добавлением местного базальтового волокна для временного железобетонного покрытия при строительстве тоннелей горным способом, а также разработан метод расчета, применяемый для определения степен безопасности эвакуации.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что в результате проведенных экспериментальных исследований практически подтверждены показатели прочности и огнестойкости бетона с добавлением местного базальтового волокна для временного железобетонного покрытия при строительстве тоннелей горным способом с целью предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также применен метод расчета, предназначенный для определения степен безопасности эвакуации в процессе строительства тоннеля.

Внедрение результатов исследования. По результатам проведенных научно-исследовательских работ по совершенствованию состава материала временного железобетонного покрытия тоннелей для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций:

в целях предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций предложенное решение по добавлению местного базальтового волокна в состав бетона для временных железобетонных покрытий тоннелей и совершенствованию этого состава было внедрено в процесс проектирования Главным управлением по чрезвычайным ситуациям города Ташкента (справка Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан № 3/4/30-3264 от 28 октября 2025 г.). В результате использование этого усовершенствованного состава бетона позволило улучшить огнестойкость и прочность тоннелей на 9-15 % за счет повышения огнестойкости предлагаемых композиционных материалов, а также снизить риск разрушения или обрушения;

предложенные решения по добавлению местного базальтового волокна в состав бетона с целью предотвращения чрезвычайных ситуаций при строительстве тоннеля, ускорения процесса строительства и повышения общей эффективности были внедрены в практику Главным управлением по чрезвычайным ситуациям города Ташкента в качестве фибробетона, рекомендованного для использования в качестве временной системы крепления при строительстве тоннеля в составе объекта строительства Пскемской ГЭС на реке Пскем в Бостанлыкском районе Ташкентской области (справка Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан № 3/4/30-3264 от 28 октября 2025 г.). В результате применение этого усовершенствованного бетонного состава позволило повысить уровень безопасности работы в тоннеле и снизить общие строительные расходы на 5-7 %.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационной работы были представлены и обсуждены на 2 международных и 9 республиканских научно-технических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 19 научных работ, из них 8 статей в научных изданиях,

рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 7 в республиканских и 1 в зарубежных научных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 117 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования. Показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Изложены научная новизна и практические результаты, освещена научная и практическая значимость полученных результатов. Представлена информация о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **“Современное состояние и актуальные проблемы обеспечения безопасности при строительстве тоннелей и повышения прочности временных железобетонных покрытий”** подробно освещены источники, механизмы формирования и последствия возможных чрезвычайных ситуаций в тоннелях - пожаров, взрывов, обвалов грунта, подтоплений и деформаций (рис. 1). Научно показано, что аварийные ситуации, происходящие в подземных сооружениях, в том числе при строительстве тоннелей, приводят к их оценке как “зоны повышенного риска”, особенно формирование временных железобетонных покрытий как наиболее уязвимого звена в условиях чрезвычайных ситуаций (рис. 2). Широко проанализированы научные основы использования фибробетонов, в частности базальтоволоконистых бетонов. Сравнены свойства различных волокон и приведены показатели их прочности.

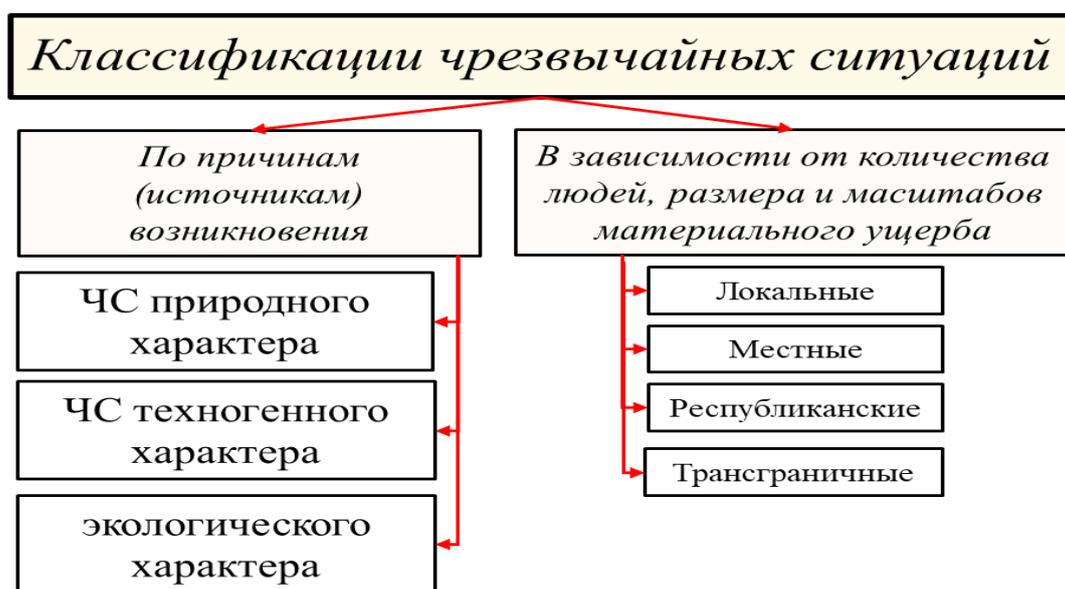


Рис. 1. Классификация чрезвычайных ситуаций



Рис. 2. Чрезвычайные ситуации при строительстве тоннелей

Поскольку тоннели подвергаются воздействию грунтов и грунтовых вод в процессе их строительства и эксплуатации, влажность таких конструкций может быть достаточно высокой, что приводит к снижению прочности временно укрепленного бетона и увеличивает вероятность взрывного разрушения. Поэтому необходимо защищать временные крепежные конструкции тоннелей от различных давлений, ударов и взрывных разрушений.

Повышение требований к качеству и надежности в области строительства тоннелей требует выявления и снижения факторов риска на всех этапах от проектирования до применения усовершенствованных методов повышения прочности бетона. Тоннели являются важной частью инфраструктуры, и их прочность и безопасность являются одними из самых приоритетных вопросов. Поэтому использование современных материалов, особенно фибробетонов, в тоннельных конструкциях является актуальным.

Преимущества фибробетона связаны с его высокой прочностью, износостойкостью, удобством использования и длительным сроком службы. Однако, поскольку технология производства сложнее обычного бетона, существуют определенные ограничения на его широкое применение. Вместе с тем, проведенные испытания показали эффективность добавления волокон в состав бетона. В частности, как показано в таблице 1, добавление различных волокон приводит к значительному увеличению прочности при изгибе. Самые высокие результаты были зафиксированы в бетонах с добавлением аморфных металлов и стальных волокон, и было обнаружено, что прочность на изгиб увеличилась более чем на 70%.

Результаты исследования влияния волокна на прочностные свойства бетона

Исследователи	Тип использованного волокна	Содержание волокна, % по объему.	Повышение прочности $R_{изг}$, МПа
Василовская Н.Г.	Базальт 12 мм	0,1-0,25% по объему	262
Богданова Ю.Р.	Полипропилен 55мм	0,1-0,2% по объему	111
Пантелеев Д.А.	Аморфный металл 30 мм + сталь 54 мм	0,1-2,0% по объему	277
Корнеева И.Г.	Базальт 4,6 и 15 мм	0-5% по объему	210

Во второй главе диссертации под названием “**Методические основы методов приготовления и испытания образцов бетона**” освещены методические подходы к приготовлению и испытанию образцов бетона, подробно изложены вопросы изучения физико-механических свойств материалов, используемых в экспериментах по определению прочностных свойств бетона. Подробно описана технологическая последовательность процесса приготовления предлагаемых образцов бетона с добавлением местного базальтового волокна, порядок проведения экспериментов и технологическая схема лабораторных процессов. Также изложены и научно обоснованы методические основы исследований по определению прочности на сжатие, призматической прочности, морозостойкости и водонепроницаемости образцов бетона.

Гранулометрический состав и модуль крупности песка определяли по ГОСТ 8735-88. Остатки на ситах взвешивали и рассчитывали массовую долю фракций щебня с размером зерен от 5 до 10 мм (Gr_5) и более 10 мм (Gr_{10}) в составе песка по следующим формулам:

$$Gr_{10} = \frac{M_{10}}{M} \cdot 100 \quad (1)$$

$$Gr_5 = \frac{M_5}{M} \cdot 100 \quad (2)$$

По результатам просеивания рассчитывали: удельный остаток на каждом сите (a_i) в процентах по формуле:

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100 \quad (3)$$

полный остаток на каждом сите (A_i) рассчитывается в процентах по следующей формуле

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_i \quad (4)$$

Модуль крупности песка без зерен размером более 5 мм (M_k) определяем по следующей формуле

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16}}{100} \quad (5)$$

Технологическая схема производства дисперсно-армированного бетона представлена на рисунке 3.



Рис. 3. Технологическая схема производства дисперсно-армированного бетона и процесс подготовки образцов

Технология производства фибробетона зависит от обоснованного состава и рационального сочетания исходных материалов. Плотность фибробетона зависит от равномерного распределения волокон в бетонной смеси и обеспечения их правильного размещения в смеси.

Исследование физико-механических свойств бетонных смесей

Метод определения кубической прочности мы использовали для определения прочности бетона на сжатие в лабораторных условиях. Этот метод позволяет оценить прочность состава бетона. Образцы изготавливались методом формования на виброплощадке лаборатории в проверенных формах, соответствующих требованиям технических условий (рис. 3).

Метод определения призматической прочности применялся для оценки рабочего состояния бетона в реальных конструктивных условиях. Этот метод играет важную роль в определении деформационной стойкости бетона во временных железобетонных покрытиях. На основе выбранного оптимального состава были подготовлены образцы для определения призматической прочности бетона (рис. 3). Результаты испытаний на кубическую и призматическую прочность контрольных образцов бетона представлены на рисунке 4.

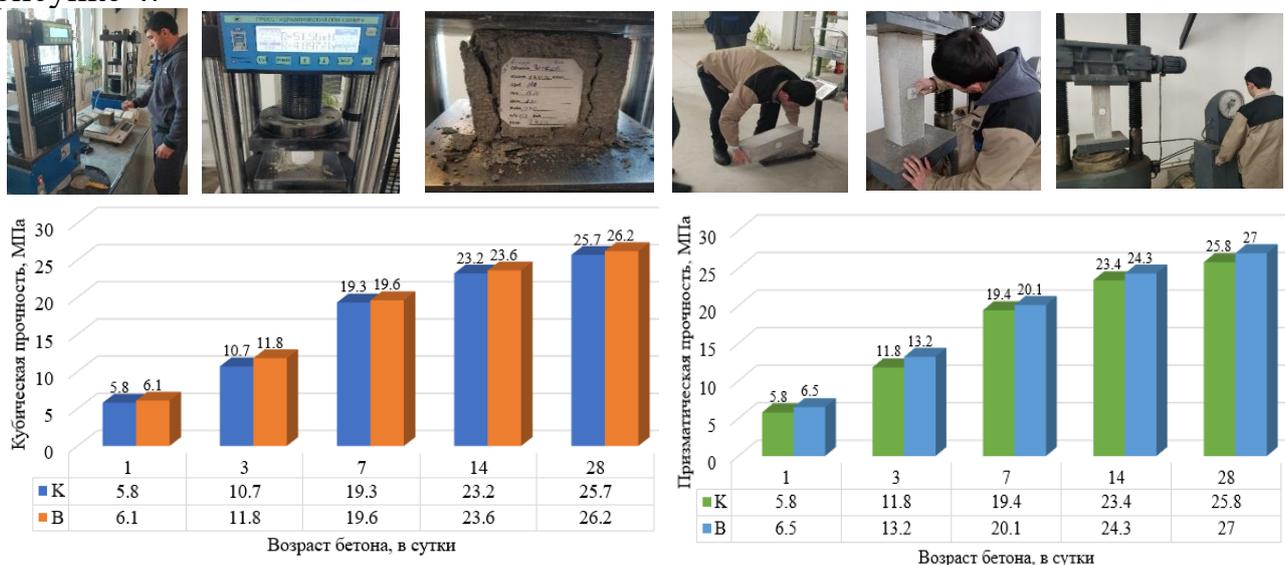


Рис. 4. Результаты испытаний образцов на сжатие и призматическую прочность

Проведенные испытания на прочность на сжатие показали, что образцы с добавлением базальтоволокнистого бетона проявляют более высокие показатели прочности в начальные периоды твердения (на 1, 3 и 7 сутки) по сравнению с образцами традиционного бетона. На 28 сутки оба типа бетона достигли нормативной прочности, но базальтоволокнистый бетон сохранил некоторое преимущество. Это объясняется свойством базальтового волокна замедлять распространение трещин в бетонной матрице и равномерно распределять внутренние напряжения. В целом, базальтоволокнистый бетон является перспективным материалом для временного крепления и торкетного бетонирования в тоннелях, что позволяет сократить сроки строительства.

Определение водонепроницаемости бетонных цилиндров проводили методом “мокрого пятна”. Водонепроницаемость двух испытываемых образцов W_B (бетон, содержащий базальтовые волокна) и W_K (бетон, не содержащий базальтовых волокон) отражена в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики образцов-цилиндров W_B и W_K

№	Образцы	Размеры цилиндра, см		Вес образца, г	Плотность образцов-цилиндров, г/см ³	Разрушающая разрывная нагрузка, МПа
		Диаметр	Высота			
1	W_B	14,9	15,1	6450	2,45	0,8
2		14,9	15.	6452	2,47	0,78
3		15.	15.	6465	2,44	0,82
4		14,9	15,1	6468	2,46	0,70
5		14,9	15,1	6.455.	2,45	0,68
6		15.	15.	6471	2,45	0,66
1	W_K	15.	15,1	6414	2,40	0,62
2		15.	15.	6432	2,42	0,64
3		15.	15,1	6412	2,40	0,63
4		15.	15.	6422	2,42	0,64
5		15,1	15.	6426	2,38	0,68
6		15.	15,1	6422	2,41	0,60

В третьей главе диссертации **“Оценка показателей огнестойкости и безопасности покрытия тоннеля, а также научное обоснование процесса эвакуации”** освещены теоретические и практические основы применения фибробетона при защите тоннелей от чрезвычайных ситуаций. На основе экспериментальных испытаний изучены причины и механизм возникновения взрывного разрушения бетона под воздействием высоких температур, влияние базальтовых волокон, добавляемых в состав бетона, на прочность и огнестойкость. Также разработаны расчеты по оценке процесса эвакуации в чрезвычайных ситуациях, научно обосновано, что применение базальтоволокнистого бетона в тоннелях повышает устойчивость конструкции при высоких температурах, в результате чего создается дополнительный резерв времени для эвакуации и обеспечивается безопасный выход из тоннеля.

В научной литературе имеются сведения об исследованиях, проведенных на бетонах с добавлением различных волокон и положительно влияющих на прочность бетона. Однако, изучение этих работ показало, что данных об изменении показателей прочности при их нагреве недостаточно, что очень важно для методов расчета.

После окончания срока схватывания образцов, т.е. когда возраст бетонных образцов достиг 28 дней, наш бетонный образец достиг полной прочности, после чего было проведено несколько испытаний с использованием методов, приведенных ниже, и образцы нагревались до постоянной температуры 400-800 °С в течение 30 минут. Расчетный диаметр рассчитывается как среднее арифметическое результатов испытаний по полученным результатам. Процесс и диаграмма испытаний образцов бетона на огнестойкость представлены на рисунке 5 и в таблице 3. Прочность бетона на сжатие $R_{сжатии}$, МПа определяется следующим образом

$$R_{сжатии} = d_b/d_e, \text{ МПа} \quad (6)$$

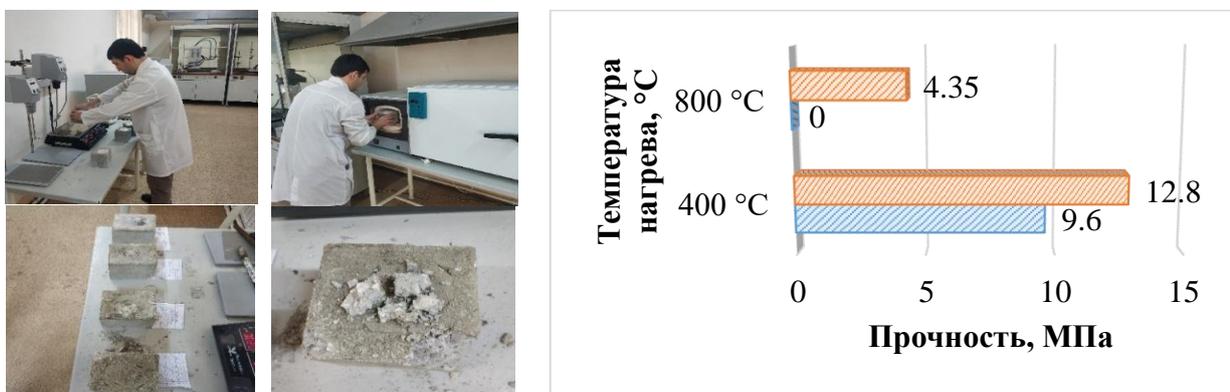


Рис. 5. Процесс и диаграмма испытания образцов бетона на огнестойкость

Таблица 3

Результаты испытаний образцов бетона на огнестойкость

№	Тип бетона	Бетонный образец исходная марка, М	Нагрев температура, °С	Время прогрева, мин	d_b мм	d_e мм	d_b/d_e	Прочность и марка образца бетона после нагрева, МПа/М
1	Бетон простой	M250	400	30	25	9,6	2,6	9,60/М100
2	Бетон с добавлением базальтового волокна	M250	400	30	21	9,2	2,3	12,80/М150
3	Бетон простой	M250	800	30	0	0	0	0/М0
4	Бетон с добавлением базальтового волокна	M250	800	30	30	10	3	4,35/М50

Расчет эвакуации направлен на определение возможностей быстрого и эффективного перемещения людей в безопасное место в условиях чрезвычайных ситуаций, таких как пожар в тоннеле, взрыв, обрушение грунта или внезапное затопление. При этом расчет проводился на основе таких параметров, как скорость движения человеческого потока, длина тоннеля, количество и расположение выходных коридоров, изменение скорости движения под воздействием температуры воздуха и дыма.

Важнейшим этапом обеспечения безопасности людей в тоннеле в чрезвычайных ситуациях является правильная организация процесса эвакуации. Наряду с прочностью и огнестойкостью конструкции тоннеля, соответствие оптимальному расположению путей эвакуации является неотъемлемой частью концепции безопасности. Основная цель расчета эвакуации - определить время, необходимое для выхода из тоннеля под воздействием факторов, угрожающих жизни людей. Это время сравнивается со сроком огнестойкости и пределом выносливости тоннельной конструкции.

Объектом исследования является тоннель, построенный горным способом, расчетное время эвакуации при возникновении чрезвычайной ситуации в процессе строительства тоннеля определяется путем определения времени, необходимого для того, чтобы люди внутри этого тоннеля перемещались с максимальной плотностью потока и выходили в безопасную зону. Нашей первоначальной задачей является разделение общего пути эвакуации на участки, начиная с самой внутренней части тоннеля, в зависимости от увеличения количества людей в нем и изменения размеров и уклонов путей эвакуации.

Участок 1. Дальнее расстояние пути эвакуации $L_1=292$ м;

Участок 2. Расстояние, на котором расположен выход эвакуационного пути $L_1=129$ м;

Расчетное время эвакуации людей из тоннеля (t_h) определяется исходя из суммы времени движения потока людей на вышеуказанных участках:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n, \quad (7)$$

для определения этого времени воспользуемся формулой

$$t_1 = \frac{L_1}{v_1}, \quad (8)$$

следующая задача - определить плотность потока людей.

Плотность потока людей рассчитывается по формуле:

$$D_1 = \frac{N_1 f}{L_1 \delta_1}, \quad (9)$$

Расчетное время эвакуации из тоннеля составляет приблизительно **5,5 минуты**. Конечно, это немного отличается от фактического времени эвакуации. Потому что на реальное время существенно влияют различные факторы: наличие людей разного возраста и физического состояния в тоннеле, перекрытие путей эвакуации и другие возможные факторы.

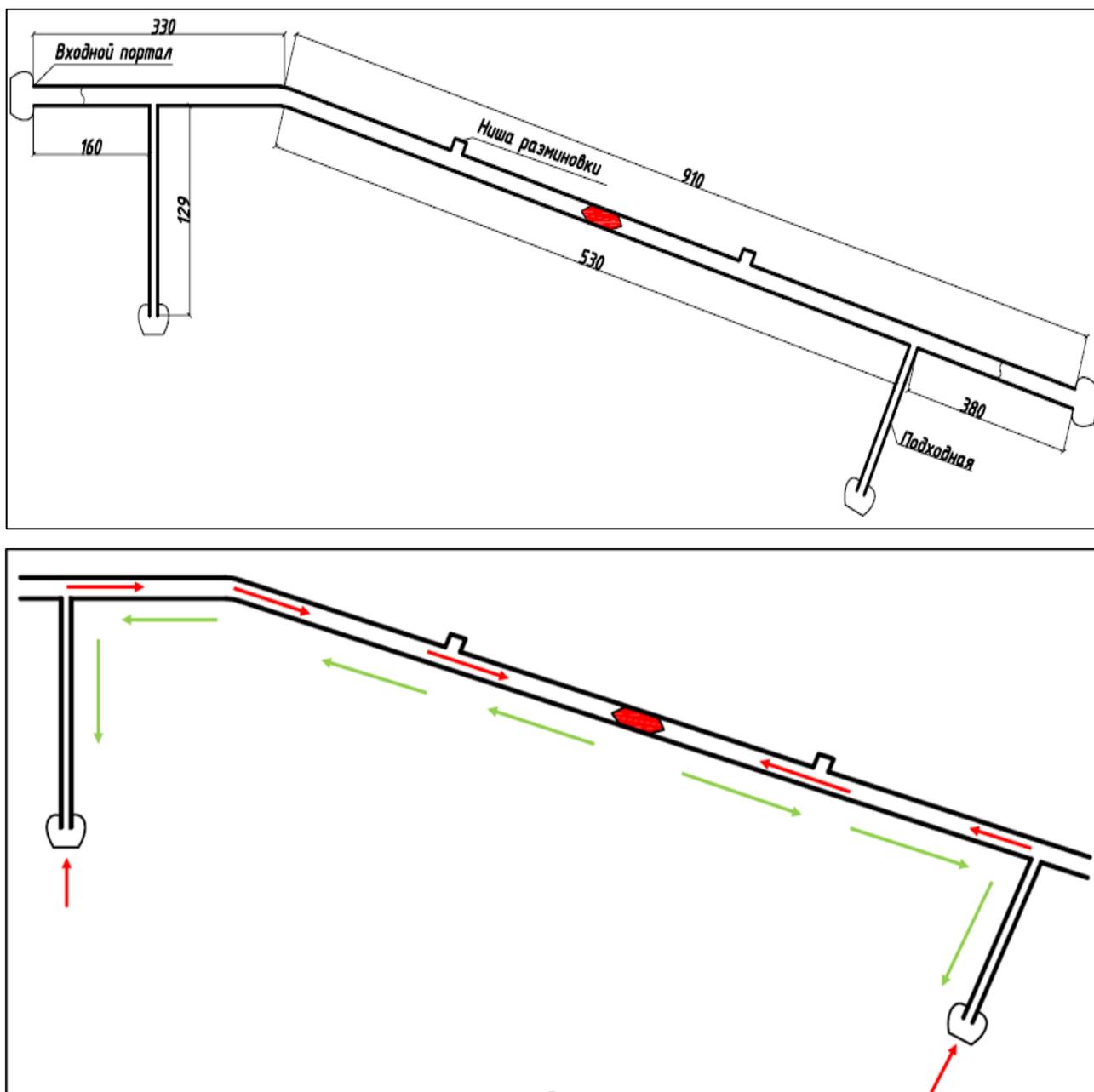


Рис. 6. Общий вид тоннеля и схема эвакуации

В четвертой главе диссертации под названием “Рекомендации по обеспечению безопасности и обоснование экономической эффективности путем применения базальтоволоконных бетонов в целях предотвращения чрезвычайных ситуаций в тоннелях” разработаны методические рекомендации по обеспечению качества и безопасности при строительстве тоннелей и созданию устойчивого покрытия для чрезвычайных ситуаций, служащие повышению безопасности тоннелей, строящихся в горных условиях. Кроме того, на научной основе освещены безопасные, технические и экономические преимущества применения базальтового волокнистого бетона при строительстве тоннелей горным способом. Научно обосновано, что этот материал повышает устойчивость конструкции в чрезвычайных ситуациях - в условиях таких факторов риска, как пожар, взрыв, высокая температура и обрушение.

На основе проведенных исследований можно дать рекомендации по проведению риск-анализа при проектировании и строительстве тоннелей. Уровень риска характеризуется вероятностью приближения конструкции к предельному состоянию по критическим значениям, определяющим эксплуатационную надежность сооружения, и определяется по формуле:

$$V=1-P \quad (10)$$

где $R=1/2+F(\gamma)$ - вероятность безотказной работы подземного сооружения, а $F(\gamma)$ - функция Лапласа в коэффициенте безопасности по А.Р. Ржаницыну.

При нормировании риска предлагается использовать усредненный вариант шкалы, разработанный отечественными и зарубежными исследователями, который представлен в таблице 4. Согласно этой шкале, приемлемый уровень риска в сети тоннельного строительства соответствует значению риска, равному 10^{-3} .

Таблица 4

Шкала риска

Уровень риска	Количественная оценка риска (V)	Область действия конструкций
Очень низкий	$10^{-7} \dots 10^{-6}$	Авиакосмический
Низкий	$10^{-6} \dots 10^{-4}$	АЭС и другие критически важные сооружения
Средний	$10^{-3} \dots 10^{-1}$	Транспорт и промышленно-гражданское строительство
Высокий	$10^{-1} \dots 1,5 \times 10^{-1}$	Приборостроение (массовые изделия)
Недопустимый	$> 1,5 \times 10^{-1}$	-
Разрушительный	$> 0,5$	-

Необходимо определить уровень риска в зависимости от конкретной зоны риска конструкции и вероятности безотказной работы. Приведенные критерии рекомендуется применять для определения степени опасности опасных ситуаций определенного порядка и всего подземного сооружения. При этом уровень А соответствует высокому (неприемлемому) уровню риска, требующему неотложных мер по обеспечению безопасности, уровни В и С - среднему уровню риска, а уровень D - наиболее безопасным условиям. Для каждой опасной ситуации вышеупомянутой категории возможные последствия следует разделить на пять этапов (Таблица 5).

С точки зрения финансовых затрат участников строительства, степень приемлемости риска определяется затратами на снижение размера возможного ущерба. Оценка размера ущерба определяется в результате решения проблемы экономической целесообразности и оптимального распределения финансовых затрат, необходимых для создания и реализации проекта.

Последствия риска				
Этап	Технические характеристики	Сроки строительства	% от стоимости строительства	Другие эффекты
1	Минимальное воздействие или отсутствие воздействия	Минимальное воздействие или отсутствие воздействия	Минимальное воздействие или его отсутствие	Никакой
2	Благоприятные последствия при небольшом уменьшении запасов	Требуются дополнительные ресурсы. Работа может быть выполнена в установленные сроки.	<5%	Влияние
3	Благоприятные последствия со значительным сокращением запасов	Небольшой разрыв на основных этапах. Работа не будет выполнена в установленный срок.	5-7%	Умеренное воздействие
4	Приемлемые последствия с использованием всех резервов	Серьезный сбой на основных этапах строительства	7-10%	Сильное воздействие
5	Нежелательные последствия	Выполнение технологического процесса в установленные сроки невозможно.	>10%	Нежелательное воздействие

Применение базальтоволоконистых бетонов при строительстве тоннелей горным способом для предотвращения чрезвычайных ситуаций значительно повышает техническую и экономическую эффективность процессов строительства тоннельных сооружений (рис. 7).

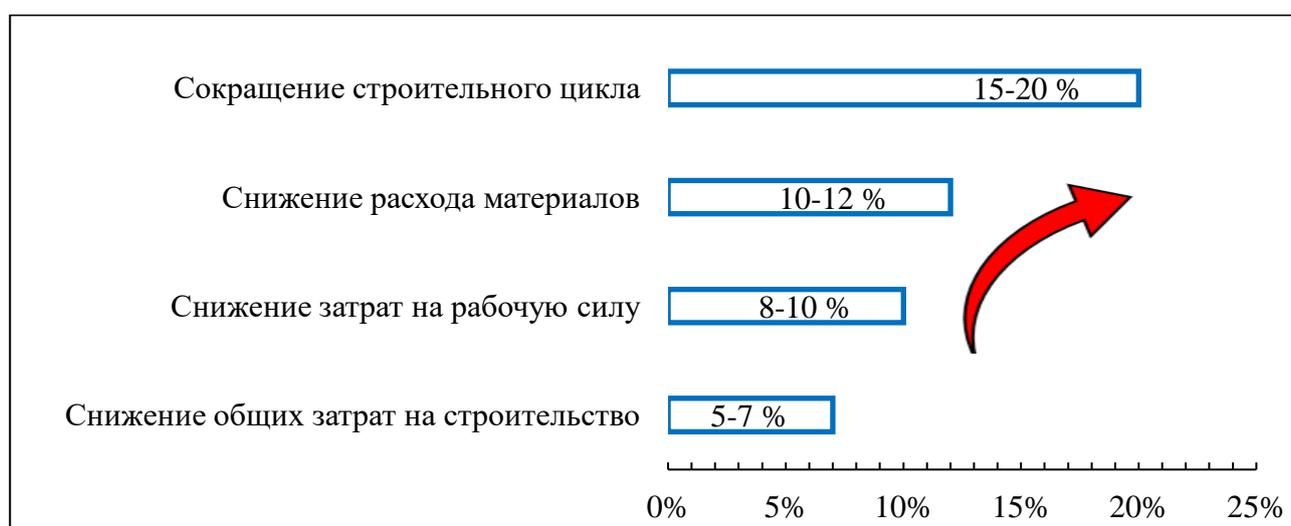


Рис. 7. Показатель эффективности

Затраты на приготовление бетонной смеси традиционного использования и базальтового волокна рассчитываются в зависимости от суммы общих цен затрат на материалы, рабочую силу и машины-механизмы следующим образом:

$$C_{cm} = C_m + C_w + C_{mch} \quad (11)$$

Цена конечного материала бетонной смеси рассчитывается на основе технико-экономического анализа в зависимости от суммы цен на строительные материалы, использованные при ее приготовлении - портландцемент, щебень с нормированным гранулометрическим составом, песок, питьевую техническую воду и модифицирующие химические добавки (*пластификаторы*) следующим образом:

$$C_m = C_c \cdot Q_c + C_{sh} \cdot Q_{sh} + C_s \cdot Q_s + C_{wt} \cdot Q_{wt} + C_{ct} \cdot Q_{ct} \quad (12)$$

По следующим формулам определяются затраты рабочей силы (трудозатраты) и затраты машин и механизмов на приготовление бетонной смеси:

$$C_w = C_r \cdot Q_{wk} \quad (13)$$

$$C_{mch} = C_f \cdot Q_f + C_{cf} \cdot Q_{cf} \quad (14)$$

Вышеуказанные показатели могут иметь изменчивость в связи с возможными методологическими, теоретическими и практическими ошибками, возникающими в процессе проектирования, нечеткими и неравномерными перемещениями горных пород (*геодинамические изменения*), а также факторами риска при строительномонтажных работах, в частности при взрывных процессах.

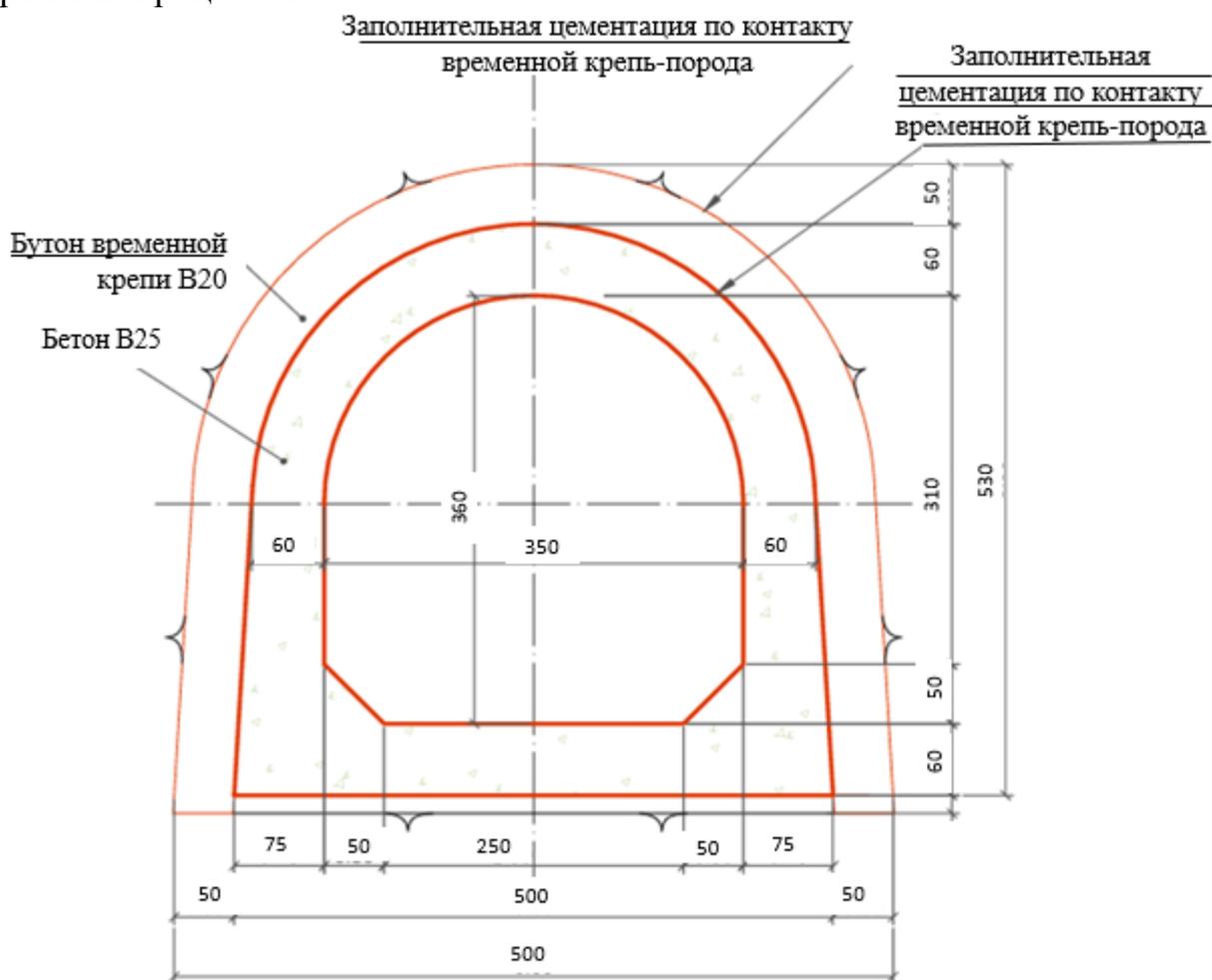


Рис. 8. Поперечное сечение тоннеля, строящегося горным способом

Ниже с помощью диаграммы Ганта мы сравниваем работы по бетонированию участка тоннельной выработки, состоящего из 10 сегментов, в случаях использования обычного бетона и базальтофибробетона (рис. 9).

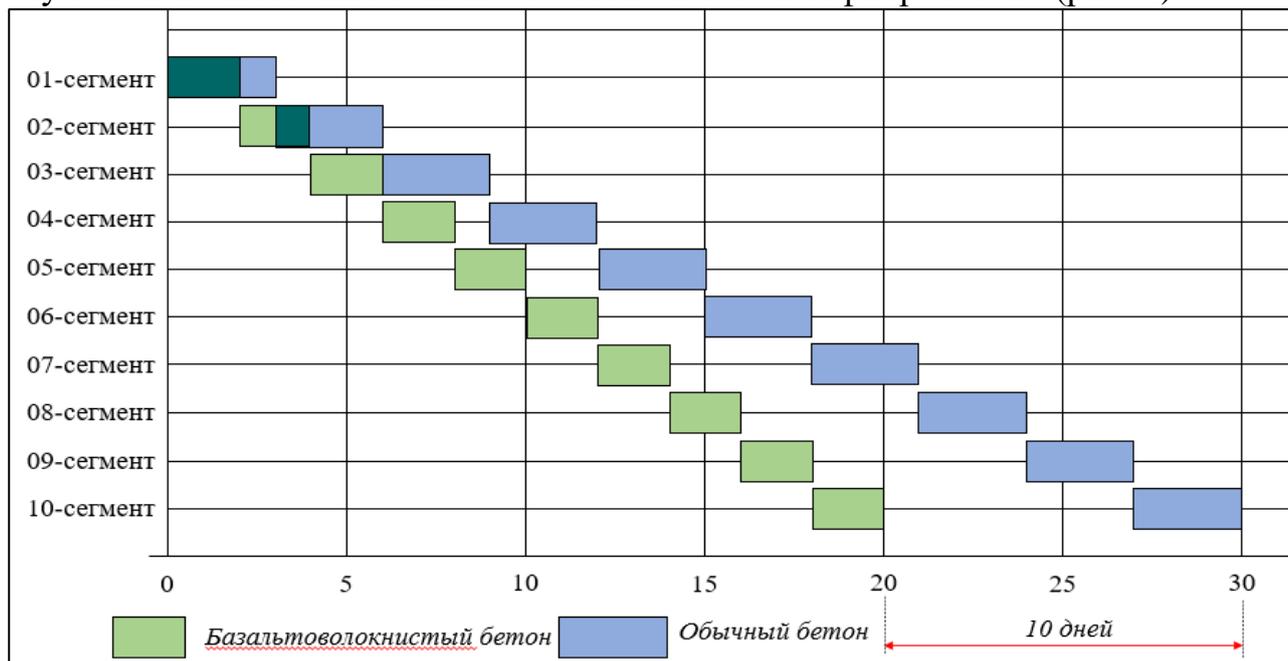


Рис. 9. График бетонирования сегментов тоннеля на основе обычных и базальтоволокнистых бетонных смесей

Из этой диаграммы видно, что из-за более высокой твердости базальтоволокнистого бетона каждый цикл бетонирования сокращается на 1 день. Это оказывает существенное влияние на конечный срок общего проекта. Эта эффективность обеспечивается экономической выгодой, связанной с временным фактором, повторным использованием технических и трудовых ресурсов, более быстрым привлечением работников к другим участкам и предотвращением задержек проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему “Совершенствование состава материала временной железобетонной крепи тоннелей для предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций” представлены следующие выводы:

1. Научно доказано, что чрезвычайные ситуации, возникающие при строительстве тоннелей горным способом (пожар, взрыв, обрушение, затопление), прежде всего, напрямую связаны с прочностью и огнестойкостью временных железобетонных покрытий.

2. Экспериментальными исследованиями подтверждено, что бетон с добавлением местного базальтового волокна для временных железобетонных покрытий при строительстве тоннелей горным способом для предотвращения чрезвычайных ситуаций имеет несколько высокие показатели прочности, водонепроницаемости и морозостойкости по сравнению с традиционным бетоном.

3. Экспериментально доказано, что в чрезвычайных ситуациях, в частности в условиях пожара и взрыва, базальтоволокнистый бетон сохраняет прочность на 20-25% выше по сравнению с традиционным бетоном в диапазоне температур 400-800 °С, что на научной основе показывает повышение временной устойчивости конструкции.

4. Разработаны расчеты по оценке безопасности эвакуации на основе высокотемпературной остаточной прочности бетона для обеспечения безопасной эвакуации в тоннеле в чрезвычайных ситуациях.

5. Установлено, что даже в самых неблагоприятных сценариях чрезвычайных ситуаций время, необходимое для эвакуации, составляет до 20 минут, а так как предел огнестойкости и конструктивной прочности временных железобетонных покрытий на основе базальтового волокнистого бетона составляет 30 минут, научно обосновано, что этот промежуток времени достаточен для обеспечения безопасной эвакуации.

6. Использование временных железобетонных покрытий на основе базальтоволокнистого бетона для горных тоннелей, наряду с повышением устойчивости к чрезвычайным ситуациям, может служить формированию безопасной рабочей зоны в процессе строительства и спасению человеческих жизней в чрезвычайных ситуациях.

7. С точки зрения предотвращения чрезвычайных ситуаций, использование базальтового волокнистого бетона, по расчетам, не только повышает безопасность тоннелей, но и снижает общие строительные затраты на 5-7 %, и техническая и экономическая эффективность этого материала была комплексно научно обоснована.

Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность профессору кафедры «Техносферной безопасности», д.т.н. С.С. Сулейманову, научному руководителю, д.т.н., профессору Б.Т. Ибрагимову, а также заведующему кафедрой «Мосты и тоннели», д.т.н., профессору У. З. Шермухамедову за помощь, оказанную при выборе темы диссертации, предоставление ценных рекомендаций, проведение исследований, обсуждение и внедрение результатов, а также за содействие в сравнении и совершенствовании теоретических и экспериментальных материалов.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON THE BASIS OF THE
SCIENTIFIC COUNCIL NUMBER DSc.10/2025.27.12.T.01.03
OF THE SCIENTIFIC DEGREE GRANTING AT
TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

ABDUSATTOROV ASKARKHUJA ABDUMAVLON UGLI

**IMPROVING THE MATERIAL COMPOSITION OF TEMPORARY
REINFORCED CONCRETE TUNNEL LININGS FOR EMERGENCY
PREVENTION AND RESPONSE**

05.10.02 - Safety in emergency situations: fire, industrial, nuclear, and radiation safety

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2026

The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan under number № B2025.4.PhD/T6299.

The dissertation has been prepared at the Tashkent state transport university.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of Scientific council (website www.tstu.uz) and Information-educational portal “ZiyoNet” (www.ziyo.net).

Scientific supervisor:

Ibragimov Bakhrom Tashmurotovich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Abdazimov Shavkat Khakimovich
doctor of technical sciences (DSc), acting professor

Kodirov Ulugbek Bakhtiyorovich
doctor of philosophy in technical sciences, docent

Leading organization:

Tashkent state technical university named after Islam Karimov in Tashkent

The defense of the dissertation will take place on «17» march 2026 at 13:00 at the meeting of Scientific Council at the DSc.10/2025.27.12.T.01.03 Tashkent state transport university. (Address: 1, Temiryo‘lchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-54, e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent state transport university (Registered number № 323). Address: 1, Temiryo‘lchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-05-66).

Abstract of the dissertation sent out on « ____ » _____ 2026 y.
(mailing report № ____ on « ____ » _____ 2026 y.).

R.V. Rakhimov

Chairman of Scientific council
on awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

Y.O. Ruzmetov

Scientific secretary of the Scientific council
on awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

S.S. Sulaymanov

Chairman of the Scientific seminar under
Scientific council on awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract PhD dissertation)

The purpose of the research is to improve the composition of the temporary reinforced concrete lining material based on the addition of local basalt fiber in order to prevent emergencies and ensure their effective elimination in tunnels built by the mountain method.

Tasks of the research:

justification of the strength of concrete with the addition of local basalt fiber and its advantages over traditional concrete in order to prevent emergencies;

experimental study of the strength-preserving properties of basalt fiber concrete at temperatures above 400-800 °C, characteristic of emergencies, as well as improvement of its production technology and application methodology;

assessment of the influence of fiber additives on the strength and fire resistance of fiber-reinforced concrete in order to prevent emergencies and development of the evacuation process;

development of practical recommendations aimed at ensuring safety and reducing the likelihood of emergencies during tunnel construction;

justification of the safety and economic efficiency of using local basalt fiber concrete in tunnel construction in order to prevent emergencies.

The object of the research is the emergencies that may arise during the construction of mountain tunnels in our republic, as well as the processes of preventing and eliminating these situations.

The subject of the research is the strength and fire resistance properties of temporary reinforced concrete pavements based on fiber-reinforced concrete for mountain-built tunnels, as well as the determination of evacuation times in emergency situations and the improvement of the process of their elimination.

The scientific novelty of the research is as follows:

based on the results of the use of concretes with and without the addition of local basalt fiber in the temporary reinforced concrete lining of tunnels, it was established that fiber-reinforced concrete is up to 15% stronger than traditional concrete;

as a result of adding basalt fiber to the concrete composition of reinforced concrete tunnel linings, it was determined that fiber-reinforced concrete maintains its strength at temperatures of 400-800 °C, and based on these results, the technological scheme for the production of fiber-reinforced concrete and the methodology for its practical application were improved;

as a result of the study of the influence of the basalt additive on the strength and fire resistance of fiber-reinforced concrete in order to prevent emergencies, the safety indicators of the tunnel lining were assessed, and the evacuation process in emergency situations was developed;

a comprehensive study of the technical, safety, and economic efficiency of using basalt fiber concrete in tunnel lining was conducted, and the effectiveness of using this material in preventing emergencies and reducing their negative consequences was substantiated.

Implementation of research results. Based on the results of research work on improving the composition of the material of the temporary reinforced concrete lining of tunnels for the prevention and liquidation of emergencies:

in order to prevent and eliminate emergencies, the proposed solution for adding local basalt fiber to the concrete composition of temporary reinforced concrete pavements of tunnels and improving this composition was introduced into the design process by the Main Department for Emergency Situations of the city of Tashkent (Reference of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan № 3/4/30-3264 dated October 28, 2025). As a result, due to the use of this improved concrete composition, the fire resistance and strength of tunnels have been improved by 9-15% due to the increased fire resistance of the proposed composite materials, and the risk of destruction or collapse has been reduced;

in order to prevent emergencies in tunnel construction, accelerate the construction process and increase overall efficiency, the proposed solutions for adding local basalt fiber to the concrete composition were put into practice by the Main Department for Emergency Situations of the city of Tashkent (Reference №. 3/4/30-3264 of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan dated October 28, 2025). As a result, the use of this improved concrete composition, along with increasing the level of safety of operation inside the tunnel, made it possible to reduce the total construction costs by 5-7%.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 117 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть, part I)

1. Шермухамедов У.З., Каримова А.Б., Хакимова Я.Т., Абдусатторов А.А., Технология строительства новых типов неразрезных железобетонных (монолитных) мостов и путепроводов // Международный научный журнал «Научный импульс» №4 (100), часть 2, Ноябрь, 2022. – С. 1023-1032. (ОАК 3-bet, №23, Scientific Journal).

2. Абдусатторов А.А., Пожарная безопасность при эксплуатации транспортных тоннелей // “Пожаро-взрывобезопасность” Научно-практический электронный журнал, ISSN 2181-9327, №2(11) 2023, С.285-291. (05.00.00; №28).

3. Абдусатторов А.А., Системы безопасности автодорожных тоннелей, // “Пожаро-взрывобезопасность” Научно-практический электронный журнал, ISSN 2181-9327, № 2 (11) 2023, С. 292-296. (05.00.00; № 28).

4. Абдусатторов А.А., Туннел курилишида грунтни ортиш ва ташиш тартиби ва хавфсизлик талаблари // “Пожаро-взрывобезопасность” Научно-практический электронный журнал, ISSN 2181-9327, № 2 (11) 2023, 307-313 б. (05.00.00; № 28).

5. Абдусатторов А.А., Актуальность применения базальтовой фибры в современном строительстве // “Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilish” Ilmiy-amaliy elektron Jurnal, ISSN. 3060-4982 № 1 (4) 2025, С. 149-154. (ОАК Rayosatining 2024–yil 30–noyabrdagi 364/5–sonli qarori).

6. Абдусатторов А.А., Эффективность применения фибронабрызгбетона в мосто и тоннелестроении // “Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilish” Ilmiy-amaliy elektron Jurnal, ISSN. 3060–4982 № 1 (4) 2025, С. 529-532. (ОАК Rayosatining 2024–yil 30–noyabrdagi 364/5–sonli qarori).

7. Абдусатторов А.А., Дисперс арматура асосли бетонларнинг қўлланилиш қўламини кенгайтиришни тадқиқ қилиш // “Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilish” Ilmiy-amaliy elektron Jurnal, ISSN. 3060-4982 № 2 (5) 2025, 475-480 б. (ОАК Rayosatining 2024–yil 30–noyabrdagi 364/5–sonli qarori).

8. Ибрагимов Б.Т., Абдусатторов А.А., Фибробетонларни олиш усуллари тадқиқ қилишнинг илмий тажрибаси // “Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilish” Ilmiy-amaliy elektron Jurnal ISSN. 3060-4982 № 2 (5) 2025, 471-474 б. (ОАК Rayosatining 2024–yil 30–noyabrdagi 364/5–sonli qarori).

II bo'lim (II часть, part II)

9. S.J. Razzaqov, B.T. Ibragimov, M.R. Doschanov, A.A. Abdusattorov, Транспорт туннель иншоотлари курилиш индустриясида фавқулод-да вазиятлар сабаблари, International scientific and scientific-technical conference on theme “Innovations in construction, seismic safety of buildings and structures”, 14 dekabr 2023-yil, 470-476 betlar.

10. S.J. Razzaqov, B.T. Ibragimov, A.A. Abdusattorov, Тоннелларни куриш билан боғлиқ деформацион жараёнларнинг муаммолари ва уларнинг

конструктив ечимлари, International scientific and scientific-technical conference on theme “Innovations in construction, seismic safety of buildings and structures”, 14 dekabr 2023-yil, 476-483 betlar.

11. Абдусатторов А.А., Тоннел қопламаларнинг мустаҳкамлигини оширишда грунтларни бетонлаш, “Favqulodda vaziyatlarda qo‘llani-ladigan yong‘in-qutqaruv texnikalarini modernizatsiya qilish muammolari va ularning innovatsion echimlari” mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. 2023-yil 28 aprel, 324-333 betlar.

12. Абдусатторов А.А., Темир йўл туннелларида содир бўлган ёнғинларнинг ривожланиш хусусиятлари, “Favqulodda vaziyatlarda qo‘llani-ladigan yong‘in-qutqaruv texnikalarini modernizatsiya qilish muammolari va ularning innovatsion echimlari” mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. 2023-yil 28 aprel, 333-336 betlar.

13. Абдусатторов А.А., Қамчиқ темир йўл туннелида ёнғинларни юзага келтирувчи омиллар, “Favqulodda vaziyatlarda qo‘llani-ladigan yong‘in-qutqaruv texnikalarini modernizatsiya qilish muammolari va ularning innovatsion echimlari” mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. 2023-yil 28 aprel, 336-339 betlar.

14. В.Т. Ibragimov, М.Р. Doschanov, А.А. Abdusattorov, Туннел қуриш учун лойиҳа яратиш ва амалга оширишда иштирокчилар ўртасида жавобгарликни тақсимлашга концептуал ёндашув, “O‘zbekiston respublikasi harbiy tuzilmalari va huquqni muhofaza qiluvchi organlar faoliyatini yanada takomillashtirishda ma‘muriy islohotlar konsepsiyasining o‘rni” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to‘plami. 2023-yil 27 dekabr, 299-302 betlar.

15. В.Т. Ibragimov, М.Р. Doschanov, А.А. Abdusattorov, Туннел иншоотларини қуришда хавфсизлик концепциясининг асосий йўналишлари, “O‘zbekiston respublikasi harbiy tuzilmalari va huquqni muhofaza qiluvchi organlar faoliyatini yanada takomillashtirishda ma‘muriy islohotlar konsepsiyasining o‘rni” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to‘plami. 2023-yil 27 dekabr, 305-309 betlar.

16. Абдусатторов А.А., Тоннел ва кўприкларнинг бузилиш хавфини камайтириш ва деформация ҳолатида мустаҳкамлигини оширишни тадқиқ қилиш, “Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilish” Ilmiy–amaliy elektron jurnal. № 2 (2), 2024, 193-200 betlar.

17. Абдусатторов А.А., Ёнғинни бартараф қилишини кўчма ёнғин ўчириш ускунасидан кенгайтирилган туннелда волуметрик усул билан ўрганиш, “Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilish” Ilmiy–amaliy elektron jurnal. № 2 (2), 2024, 201-207 betlar.

Avtoreferat «ToshDTU xabarları» ilmiy-texnik jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlari o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Qog‘oz bichimi 60x46-1/16 Rizograf bosma usuli “Times New Roman”
garniturası.

Shartli bosma tabog‘i: 2,8 Adadi: 60 nusxa. Buyurtma № 43-11/2026

Nashrga ruxsat etildi: 2 - mart 2026 y.

Toshkent davlat transport universiteti bosmaxonasida chop etilgan.

Bosmaxona manzili: 100167, Toshkent shahar, Temiryo‘lchilar ko‘chasi, 1

