

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI PhD.15/31.08.2022.T.73.05 RAQAMLI
ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

TILAKOV SUKROB MUXAMMADIYEVICH

**QUYMA POLIMEROLTINGUGURTLI ASFALTBETON
QOPLAMASINING EKSPLUATATSION KO'RSATKICHLARINI
OSHIRISH USULINI TAKOMILLASHTIRISH**

**05.09.02 — “Geotexnika” (Yo'llar, yo'llarni raqamlashtirish va yo'l harakati
xavfsizligi. Yo'l telematikasi yo'nalishlari bo'yicha)**

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

Toshkent-2024

**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**

Tilakov Suxrob Muxammadiyevich

Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qoplamasining ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini oshirish usulini takomillashtirish3

Тилаков Сухроб Мухаммадиевич

Совершенствование способа повышения эксплуатационных показателей литого полимерсероасфальтобетонного покрытия.....25

Tilakov Sukhrob Mukhammadiyevich

Improving the method for enhancing the operational performance of cast polymer-sulfur asphalt concrete pavements.....47

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works.....51

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI PhD.15/31.08.2022.T.73.05 RAQAMLI
ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

TILAKOV SUKROB MUXAMMADIYEVICH

**QUYMA POLIMEROLTINGUGURTLI ASFALTBETON
QOPLAMASINING EKSPLUATATSION KO'RSATKICHLARINI
OSHIRISH USULINI TAKOMILLASHTIRISH**

**05.09.02 — “Geotexnika” (Yo‘llar, yo‘llarni raqamlashtirish va yo‘l
harakati xavfsizligi. Yo‘l telematikasi yo‘nalishlari bo‘yicha)**

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

Toshkent - 2024

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.4.PhD/T5010 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent davlat transport universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.tstu.uz) va "Ziyonet" axborot ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Sadikov Ibragim Salixovich

Texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Axmedov Sherzod Baxodirovich

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori PhD, dotsent

Kasimov Ibrohim Irkinovich

Texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Namangan muhandislik-qurilish instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat transport universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi PhD.15/31.08.2022.T.73.05 raqamli ilmiy kengashning 2024 yil "___" ___ soat ___ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100167, Toshkent, Temiryo'lchilar ko'chasi 1-uy. Tel./faks: (998-71) 277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat transport universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (___ raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100167, Toshkent, Temiryo'lchilar ko'chasi 1-uy. Tel./faks: (998-71) 277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil "___" _____ kuni tarqatilgan.
(2024 yil "___" ___ dagi ___-raqamli reyestr bayonnomasi).

A.X. Urokov,

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

R.M.Xudaykulov,

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash kotibi, PhD, professor

K.X. Azizov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi Ilmiy seminar raisi o'rinbosari (raisi), t.f.n, professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda avtomobil yo‘llari asfaltbeton qoplamalarining yuqori haroratga chidamliligini oshirishga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Shu jumladan, eksterimal issiq iqlim muammolari tufayli yoz oylarida asfaltbeton qoplamalari +70 °C dan yuqori harorat ta’sirida qizib, mustahkamligi kamayib bormoqda, buning natijasida plastik deformatsiyalar hisoblangan g‘ildirak izlari yuzaga kelmoqda. Yuqoridagi muammolarni bartaraf etish uchun avtomobil yo‘llariga yuqori haroratga chidamli asfaltbeton texnologiyalarini tadbiiq etishimiz zarur. “Yuqori haroratli ekspluatatsiya sharoitida yo‘llarni ta’mirlash uchun quyma oltingugurtli asfaltbeton texnologiyasini joriy etish yuqori samara beradi”¹. Asfaltbeton qoplamasining yuqori haroratga chidamliligini oshirish bugungi kunning dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi.

Jahonda avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya muddatini uzaytirish, xususan avtomobil yo‘llari asfaltbeton qoplamalarining ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini oshirish maqsadida, asfaltbeton qorishmasi tarkibi uchun yangi energiya tejamkor qurilish materiallari hamda yuqori iqtisodiy samara beradigan modifikatsiyalangan oltingugurtli bitumdan foydalangan holda asfaltbetonning yangi tarkibini ishlab chiqib qoplama mustahkamligini oshirish borasida ko‘plab ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu yo‘nalishda, jumladan, yuqori haroratli ekspluatatsiya sharoitida avtomobil yo‘llari asfaltbeton qoplamalarining ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini oshirish maqsadida, zamonaviy texnologiyalardan foydalangan holda yangi tejamkor qurilish materiallari - modifikatsiyalangan polimeroltingugurtli bitumni qo‘llash bo‘yicha tadqiqotlar ustuvor hisoblanmoqda.

Respublikamizda avtomobil yo‘llarining xizmat muddatini oshirish va iste’mol xususiyatlarini yaxshilash, belgilanayotgan ta’mirlash ishlarining samaradorligini oshirishga yordam beradigan yangi texnologiyalarni ishlab chiqish va ularni amalda qo‘llash bo‘yicha keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 10.10.2023 yildagi PQ-330 son “Yo‘l xo‘jaligi sohasini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”² gi qarorida hamda 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan “Yo‘l infratuzilmasini takomillashtirish va avtomobil yo‘llari tarmog‘ini jadal rivojlantirish” bo‘yicha vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, avtomobil yo‘llari asfaltbeton qoplamalarining yuqori haroratga chidamliligini oshirish maqsadida asfaltbeton qoplamalarining ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini oshirish borasida ilmiy izlanish olib borish zarur.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-60 son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi farmonining III bo‘limi, PF-5890-son “O‘zbekiston Respublikasi yo‘l xo‘jaligi tizimini chuqur isloh qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmonlari, PQ-4545-son “Yo‘l sohasini boshqarish tizimini yanada takomillashtirishga oid chora-tadbirlar

¹https://spravochnik.ru/arhitektura_i_stroitelstvo/vnedrenie_tehnologii_litogo_seroasfaltobetona_dlya_remonta_dorog_v_vysokotemperaturnyh_usloviyah_ekspluatatsii/

² O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 10.10.2023 yildagi PQ-330 son “Yo‘l xo‘jaligi sohasini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi Qarori

to'g'risida"gi Qarori, PQ-330-son "Yo'l xo'jaligi sohasini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Dissertatsiya ishi bo'yicha tadqiqotlar respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining II "Energetika, energiya va resurs-tejamkorlik, transport va asbobsozlik" ustuvor yo'nalishiga mos keladi. Dissertatsiya ishi IL-4821091606 "Ekstremal transport yuklamalar va haroratni qabul qiluvchi asfaltbetonlarning reologik xossalarini "Superpave" tizimida yo'naltirib tartibga solish" nomli fundamental xalqaro grant loyihasi doirasida bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Modifikatsiyalangan oltingugurtli bitum olish, oltingugurtli asfaltbeton, quyma asfaltbeton hamda quyma oltingugurtli asfaltbeton texnologiyalari ustida dunyo olimlaridan H. Ahmad, G.L. Baumgarder, V.A. Gladkix, V.V. Pronin, S.A. Korolev, A.A. Kotlyarevskiy, Y.E. Vasilev, P.V. Saxarov, V.B. Ivanov, A.Y. Tixonov, B.A. Kozlovskiy, G.K. Syuni, A.M. Boguslavskiy, S.A. Andropov, G.V. Vasilovskaya, D.R. Nazirov, V.D. Galdina, M.V. Jeleznov, V.Y. Gladkov, R.G. Telyashev, N.V. Motin, A.N. Shubin va boshqalar tomonidan bajarilgan ilmiy-tadqiqot ishlarida ma'lum bir natijalarga erishilgan, respublikamiz olimlaridan oltingugurtli asfaltbeton mavzusida F.Q. Shamsiyev, E.U. Kasimovlar ilmiy tadqiqot ishlarini olib borishgan.

Yuqoridagi tahlillar natijasidan kelib chiqadiki, quyma oltingugurtli asfaltbetonning yuqori haroratga chidamliligini oshirish borasida yetarli ilmiy ishlar olib borilmagan. O'zbekiston va Markaziy Osiyoda esa quyma oltingugurtli asfaltbetonning yuqori haroratga chidamliligini oshirish borasida ilmiy izlanishlar olib borilmagan.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim yoki ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya ishi Toshkent davlat transport universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq "Transport yuklamalari va iqlim sharoitini hisobga olgan holda yo'l qoplamasining belgilangan transport-ekspluatatsion xususiyatlariga ega yo'l to'shamalarini konstruksiyasini tuzishda tizimli yondashish" nomli ilmiy tadqiqot ishlari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi avtomobil yo'llari asfaltbeton qoplamalarining yuqori haroratga chidamliligini oshirish maqsadida quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qoplamasining ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish usulini takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

avtomobil yo'llarida quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonni qo'llashga oid texnologiyalarni tahlil qilish;

modifikatsiyalangan polimeroltingugurt olish texnologiyasini ishlab chiqish va uning xossalarini tahlil qilish;

modifikatsiyalangan polimeroltingugurtli bitum olish texnologiyasini ishlab chiqish hamda bog'lovchining fizik-mexanik ko'rsatkichlarini oshirish;

yuqori haroratga chidamli quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning yangi tarkibini ishlab chiqish va ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish usulini takomillashtirish;

yuqori haroratga chidamli quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning iqtisodiy samaradorligini baholash.

Tadqiqotning obyekti sifatida polimerlangan oltingugurt bilan modifikatsiyalangan bitum, quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasi olingan.

Tadqiqotning predmeti polimeroltingugurtli bitum olish texnologiyasi va yuqori haroratga chidamli quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton tayyorlash texnologiyasi hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida oltingugurtli modifikatsiyalangan bitumning reologik xossalari va kimyoviy strukturasi aniqlashda, IQ-spektroskopiya, eksperimental tadqiqot, laboratoriya sinovlari, matematik statistika, regression tahlil usullari qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Mahalliy oltingugurtni M4 markali modifikator bilan zaharli gazlarni bartaraf etish texnologiyasidan foydalanib modifikatsiya qilinishi natijasida modifikatsiyalangan oltingugurtning polimerlanish miqdorini 42 % ga yetkazishga erishilgan;

yo'l qoplamalarini qurish va ta'mirlash uchun mustahkamligi, yoriqbardoshliligi va haroratga chidamliligi yuqori bo'lgan yangi qurilish materiali - quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton olingan;

ishlab chiqilgan yangi tarkibdan foydalanib, quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qoplamalarining g'ildirak izi hosil bo'lishga chidamliligi, suvga chidamliligi, yuqori haroratga chidamliligi kabi talab etiladigan ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirishga erishilgan;

asosiy tarkib va texnologik omillar (polimeroltingugurt tarkibi, tayyorlash harorati, modifikator turi va miqdori) quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning fizik - mexanik va ekspluatatsion ko'rsatkichlariga ta'sir qilishi qonuniyatlar natijasida aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasini ishlab chiqarish bo'yicha texnologik reglament ishlab chiqilgan;

ilmiy izlanishlari natijasini IQN 82 - 2024 "Qish mavsumida umumiy foydalanishdagi avtomobil yo'llarini ta'mirlash bo'yicha yo'riqnoma" idoraviy qurilish normalarini qayta ishlab chiqishda "Bog'lovchi materiallar", "Quyma oltingugurtli asfaltbeton", "Avtomobil yo'llari asfaltbeton qoplamalaridagi chuqurlarni ta'mirlash usullari" bo'limlarida foydalanilgan;

quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasining I, II, III tiplari uchun ekspluatatsion ko'rsatkichlari oshirilgan maqbul donadorlik tarkibi ishlab chiqarilgan;

asfaltbeton qoplamalarining ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirishda quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning takomillashgan usulidan foydalanishning iqtisodiy samaradorligi baholangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi ilmiy izlanishlar standartlashgan uslub va zamonaviy hamda yuqori aniqlikdagi raqamlashgan vositalaridan foydalangan holda amalga oshirilganligi, avtomobil yo'llari asfaltbeton qoplamalarining ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish maqsadida ularning xossalarini tahlil qilish zamonaviy laboratoriya qurilmalaridan foydalangan holda amalga oshirilganligi, nazariy va amaliy tadqiqotlar natijalarining o'zaro o'xshashligi, tarkibni ishlab chiqishda korrelyatsiya va regressiya koeffitsientlarini qo'llash orqali olingan natijalarning shu kabi modellar natijalari bilan o'zaro mos kelishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati asfaltbeton qoplamalari yuqori harorat ta'sirida ekspluatatsion xossalarini kamayishining sabablari tahlillar natijasida aniqlandi va asfaltbeton qoplamalarining ekspluatatsion xossalarini oshirish maqsadida quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qoplamasining ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish usuli takomillashtirilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati ishlab chiqilgan tarkib asosida tayyorlangan quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasini avtomobil yo'llari ko'priklarida gidroizolyatsion qoplama hamda ko'prik qoplamalarini yotqizishda, avtomobil yo'llarini asfaltbeton qoplamalarini qurish va ta'mirlash ishlarida qoplamaning yuqori qatlamini yotqizishda, piyodalar yo'laklarini qurishda, avtomobil yo'llari asfaltbeton qoplamalaridagi o'yiqlarni qishki sovuq kunlarda havo harorati -10°C gacha bo'lganda ta'mirlash orqali qoplamaning yuqori haroratga chidamliligini oshirishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qoplamasining ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish usulini takomillashtirish bo'yicha olib borilgan tadqiqot natijalari asosida:

polimerlanish miqdorini 42 % ga teng polimeroltingugurtdan quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton uchun ishlab chiqilgan tarkib asosida asfaltbeton zavodida qorishma tayyorlanib Avtomobil yo'llari qo'mitasiga qarashli korxonalarda amaliyotga joriy etilgan. (O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi huzuridagi Avtomobil yo'llari qo'mitasining 2024-yil 4 - noyabrdagi, № 03 - 4177 sonli ma'lumotnomasi). Natijada, quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qoplamasining ekspluatatsion ko'rsatkichlari oshirilganligi kuzatilgan;

quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton yo'l qoplamalarini qurish va ta'mirlash uchun mustahkamligi, yoriqbardoshliligi va haroratga chidamliligi hamda siljishga chidamliligini oshiradi va bu natijalar Avtomobil yo'llari qo'mitasiga qarashli korxonalarda amaliyotga joriy etildi (O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi huzuridagi Avtomobil yo'llari qo'mitasining 2024-yil 4 - noyabrdagi, № 03 - 4177 sonli ma'lumotnomasi). Natijada, quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonni qo'llanishi qoplamaning 70°C haroratda siqilishga mustahkamligi hozirgi kunda qo'llanilayotgan asfaltbetonga nisbatan 15 % ga ortishiga olib kelgan;

quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning I, II, III tiplari uchun ishlab chiqilgan maqbul donadorlik tarkibi Avtomobil yo'llari qo'mitasiga qarashli korxonalarda amaliyotga joriy etildi (O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi huzuridagi Avtomobil yo'llari qo'mitasining 2024-yil 4 - noyabrdagi, № 03 - 4177

sonli ma'lumotnomasi). Natijada, yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda qoplama mustahkamligi ortishiga olib kelgan;

quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning takomillashgan usuli Avtomobil yo'llari qo'mitasiga qarashli korxonalarda amaliyotga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi huzuridagi Avtomobil yo'llari qo'mitasining 2024-yil 4 - noyabrdagi, № 03 - 4177 sonli ma'lumotnomasi). Natijada, yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda qoplamaning ekspluatatsion ko'rsatkichlari oshirilgan, shuningdek ushbu uslubni qo'llash natijasida bitum miqdorini 37,5 % gacha iqtisod qilishga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 2 ta xalqaro (jumladan 1 ta "Scopus" bazasiga kirgan konferensiyada) va 5 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma'ruzalar qilingan va muhokamadan o'tgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 14 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 7 ta maqola, ulardan 3 tasi respublika va 4 tasi xorijiy jurnallarda e'lon qilingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning umumiy hajmi 115 sahifani tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotning dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, muammoning o'rganilganlik darajasi, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqot maqsadi va vazifalari, obykti va predmeti tavsiflangan, tadqiqotning usullari, ilmiy yangiligi, natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati, tadqiqot natijalarining joriy qilinishi, dissertatsiya tadqiqoti bajarilgan oliy-ta'lim muassasasi ilmiy-tadqiqot ishlari rejaları bilan bog'liqligi, tadqiqot natijalarining aprobatyasi, e'lon qilinganligi va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**Muammoning zamonaviy holati, tadqiqotning maqsadi va vazifalari**" deb nomlangan birinchi bobida Respublikamizdagi avtomobil yo'llari asfaltbeton qoplamalarining ekspluatatsiya davrida yuzaga kelgan muammolar, ularni keltirib chiqaruvchi omillarning tahlili to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Avtomobil yo'llaridagi asfaltbeton qoplamalarda quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonni qo'llash orqali, qoplamalarning ekspluatatsion ko'rsatkichlari oshirish borasida bajarilishi kerak bo'lgan ishlar oldingi ilmiy tadqiqot ishlarining tahlili natijasida aniqlandi.

Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasi tarkibidagi modifikatsiyalangan polimeroltingugurt, modifikatsiyalangan polimeroltingugurtli bitumni ishlab chiqarish maqsadida bir qancha patentlar tahlil qilindi va ulardagi kamchiliklar aniqlandi. Mavjud patentlardagi muammolarni bartaraf etish maqsadida, polimeroltingugurtli bitum ishlab chiqarish borasida bajariladigan ishlar rejasi tuzib olindi.

Dissertatsiyaning “**Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasi hamda materiallarga qo‘yiladigan talablar**” deb nomlangan ikkinchi bobida quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton va qorishma tarkibidagi mineral materiallarga qo‘yilgan talablar o‘rganildi. Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasini tayyorlash maqsadida qo‘llaniladigan materiallarning fizik - mexanik xossalari aniqlanib me‘yoriy hujjatlar talabi bilan taqqoslanganligi haqida ma’lumotlar keltirilgan.

Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasining optimal tarkibini ishlab chiqish maqsadida Respublikamizning Jizzax viloyatidagi Sayxun tosh maydalash zavodidagi dolomit hamda Samarqand viloyatidagi Oqtosh tosh maydalash zavodidagi Granit tosh materiallaridan foydalanildi.

Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasini tayyorlash maqsadida dolomit va granitli chaqirtoshning fizik - mexanik xossalari aniqlanib me‘yoriy hujjat talabi bilan taqqoslandi. Sinov natijalari 1-jadvallarda keltirilgan.

1-jadval

Qo‘llanilgan chaqirtoshning fizik-mexanik xossalari

№	Ko‘rsatkichlar	ГОСТ 8267 talabi bo‘yicha chaqirtosh	Haqiqiy holat dolomit	Haqiqiy holat granit
1	Suv shimuvchanligi, %	0,8	0,6	0,4
2	Sovuqqa chidamlilik markasi	F50	F50	F50
3	Maydalanuvchanlik markasi	1000	1200	1400
4	Eziluvchanlik markasi	II 2	II 1	II 1
5	Yumshoq jinslar donalarining miqdori, %	2	2	1.5
6	Ignasimon yapoloqsimon donalarning miqdori, %	15	11,6	8,7
7	Chang va loy zarralarining miqdori, %	1,1	0,8	0,7
8	To‘kma zichlik, kg/m ³	1520	1590	1580
9	G‘ovakligi, %	42,4	40,1	39,8
10	Haqiqiy zichligi, g/sm ³	2,72	2,79	2,78
11	O‘rtacha zichlik, g/sm ³	2,63	2,43	2,42

Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton I, II, III tiplari uchun optimal tarkib ishlab chiqishda qo‘llanilgan qumning fizik-mexanik xossalari 2-jadvalda keltirildi.

2-jadval.

Qo‘llanilgan qumning fizik-mexanik xossalari

№	Ko‘rsatkichlar	ГОСТ 8736 bo‘yicha qumni xossalari	Haqiqiy holat dolomit qumi	Haqiqiy holat granit qumi
1	O‘lcham moduli	2	2	2
2	Maydalanuvchanlik markasi	1000	1200	1400
3	Haqiqiy zichlik P, kg/m ³	2370	2390	2380
4	O‘rtacha zichlik p, kg/ m ³	1810	1830	1840
5	G‘ovakligi, %	17	15	14
6	Chang va loy zarralarining miqdori, %	0,36	0,21	0,19

Dissertatsiyaning “**Yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitga mos keluvchi quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini oshirish bo‘yicha eksperimental tadqiqotlar o‘tkazish**” deb nomlangan uchinchi bobida polimeroltingugurtli bitumning optimal tarkibini ishlab chiqarish bo‘yicha eksperimentlar bajarilib polimeroltingugurtning polimerlanish miqdori 42 % ga yetkazilishi natijasida bog‘lovchining fizik-mexanik xossalari oshirilgan. Asfaltbeton qoplamasining ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini oshirish maqsadida quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning I, II, III tiplari uchun optimal tarkib ishlab chiqilgan.

Polimeroltingugurtli bitumning optimal tarkibini ishlab chiqish maqsadida turli modifikatorlar bilan modifikatsiyalangan oltingugurtli bitumning fizik-mexanik xossalari GOCT 22245 ga binoan GOCT 11501, GOCT 11506, GOCT 11505 talablari bo‘yicha aniqlandi. Natijalar 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Modifikatsiyalangan oltingugurtli bitumning fizik-mexanik xossalari

№	Bitum va oltingugurt ulushi, %	Modifikator M4 ulushi, %	Reaktordagi barabanning aylanishlar soni(min/ab)	Reaktordagi harorat (°C)	Modifikatsiya qilish vaqti, (daqqa)	Ignaning botish chuqurligi, (0,1mm) 25°C GOCT 11503	Yumshash harorati, (°C) GOCT	Cho‘ziluvch anligi,
1	100	-	-	-	-	68	46	67
2	90:10	0,5	200	135	180	66	48	35
3	85:15	0,75	200	135	180	64	50	32
4	80:20	1	200	135	180	63	52	30
5	75:25	1,25	200	135	180	62	53	30
6	70:30	1,5	200	135	180	64	54	29
7	65:35	1,75	200	135	180	60	55	29
8	60:40	2	200	135	180	58	55	28
9	55:45	2,25	200	135	180	58	54	27
10	50:50	2,5	200	135	180	57	54	27
11	90:10	0,5	200	175	160	63	51	39
12	85:15	0,75	200	175	160	61	53	35
13	80:20	1	200	175	160	58	54	32
14	75:25	1,25	200	175	160	56	59	32
15	70:30	1,5	200	175	160	55	63	31
16	65:35	1,75	200	175	160	54	66	30
17	60:40	2	200	175	160	52	70	30
18	55:45	2,25	200	175	160	51	66	29
19	50:50	2,5	200	175	160	50	65	28

Yuqoridagi jadvalning 17-qatoridagi texnologik parametrdan foydalanib bitumni polimeroltingugurt bilan modifikatsiya qilganimizda, modifikatsiyalangan polimeroltingugurtli bitumning yumshash harorati 70 °C ga yetdi.

Dolomitli tosh materiallaridan ishlab chiqilgan donadorlik tarkibdan foydalanib I tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qarishmasining optimal tarkibidagi bog'lovchi miqdorini aniqlash maqsadida 7 tarkib asosida namunalar tayyorlanib laboratoriya sinovlari bajarildi. Polimeroltingugurtli bitum tarkibidagi polimeroltingugurt miqdori 40 % ga teng. Natijalar 4-jadvalda keltirilgan.

4 - jadval.

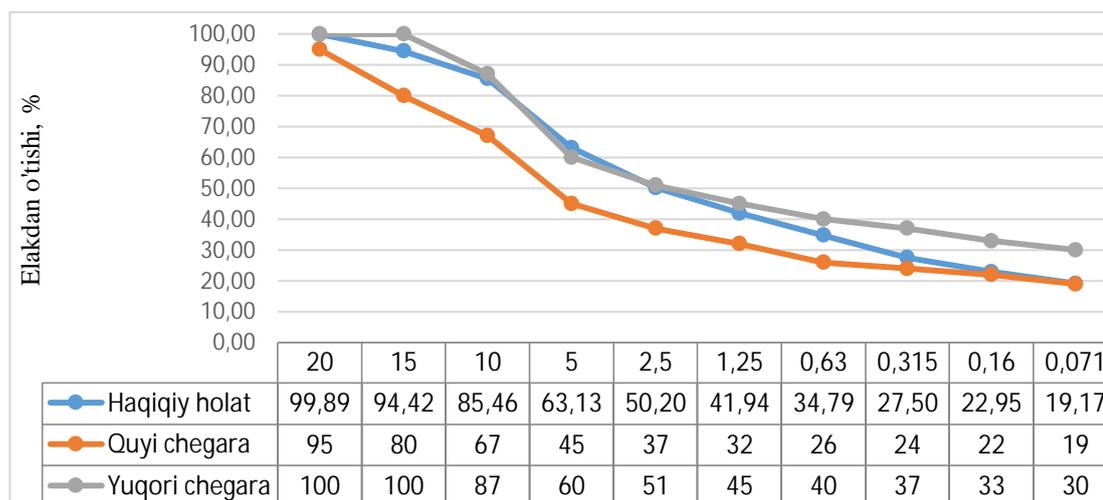
Dolomitli tosh materiallaridan tayyorlangan I tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton namunalarning fizik-mexanik xossalari

No	Bog'lovchi miqdori %	Suv shimuvchanligi, %	Zichligi, gr/sm ³	Suvga bardoshliliigi, %	Siqilishga mustahkamligi 20 °C, MPa	Siqishga mustahkamligi, 50 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi 70 °C, MPa	Qorishmaning yoyilishi, mm
1	7,7	3,4	2,38	1,1	4,04	1,73	1,03	26,2
2	7,9	2,1	2,33	1,09	3,74	1,7	0,97	25,4
3	8,1	1,5	2,35	0,85	3,21	1,74	1,14	27,7
4	8,3	0,87	2,34	0,91	3,44	1,8	0,84	28,9
5	8,5	0,69	2,43	0,9	3,36	1,75	0,92	30,7
6	8,7	0,31	2,41	1,02	2,81	1,6	0,63	31,5
7	8,9	0,24	2,44	0,99	3,21	1,84	0,68	32,1

4 - tarkib asosida tayyorlangan namunalarning fizik – mexanik xossalari yuqoriligi aniqlandi va optimal tarkib quyidagidan iborat:

Chaqiqtoş	
10-20	9,17 %
5-10	32,095 %
Qum	36,68 %
Mineral kukun	13,755 %
Polimeroltingugurtli bitum	8,3 %.

Granitli tosh materiallarining fizik-mexanik xossalari aniqlanib I tipli quyma oltingugurtli asfaltbeton qarishmasining donadorlik tarkibi ishlab chiqildi (1-rasm).



1-rasm. Granitli tosh materiallarining I tip uchun donadorlik tarkibi.

Ishlab chiqilgan donadorlik tarkibdan foydalanib I tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasining optimal tarkibini ishlab chiqishda qorishma tarkibidagi bog'lovchi miqdorini aniqlash maqsadida 7 tarkib asosida namunalar tayyorlanib laboratoriya sinovlari bajarildi. Qorishmadagi polimeroltingugurtli bitum tarkibidagi polimeroltingugurt miqdori 40 % ga teng. Natijalar 5 - jadvalda keltirilgan.

5 - jadval.

Granitli tosh materiallaridan tayyorlangan I tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning fizik-mexanik xossalari

№	Bog'lovchi miqdori, %	Suv shimuvchanligi, %	Suvga bardoshliligi, %	Siqilishga mustahkamligi 20 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi 50 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi 60 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi 70 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi 0 °C, MPa	Yorilishga bardoshliligi, MPa	Qorishmaning yoyilishi, mm
1	7,7	0,52	0,81	2,62	1,35	1,14	0,89	7,1	10,5	21
2	7,9	0,42	0,83	2,69	1,38	1,12	0,91	7,3	11,2	24
3	8,1	0,15	1,03	2,68	1,39	1,18	0,93	7,2	11,4	27
4	8,3	0,04	0,95	2,63	1,23	1,11	1,01	7,7	11,96	32
5	8,5	0,13	0,84	2,81	1,16	0,98	0,85	6,8	13,8	34
6	8,7	0,09	0,9	2,55	1,04	0,89	0,78	6,24	12,16	33
7	8,9	0,14	0,87	2,48	0,97	0,85	0,75	6,12	11,42	34

Yuqoridagi 4 - tarkib asosida tayyorlangan namunalarning fizik - mexanik xossalari yuqoriligi aniqlandi va optimal tarkib quyidagicha bo'ldi:

Chaqiqtoş

10-20 13,755 %

5-10 27,51 %

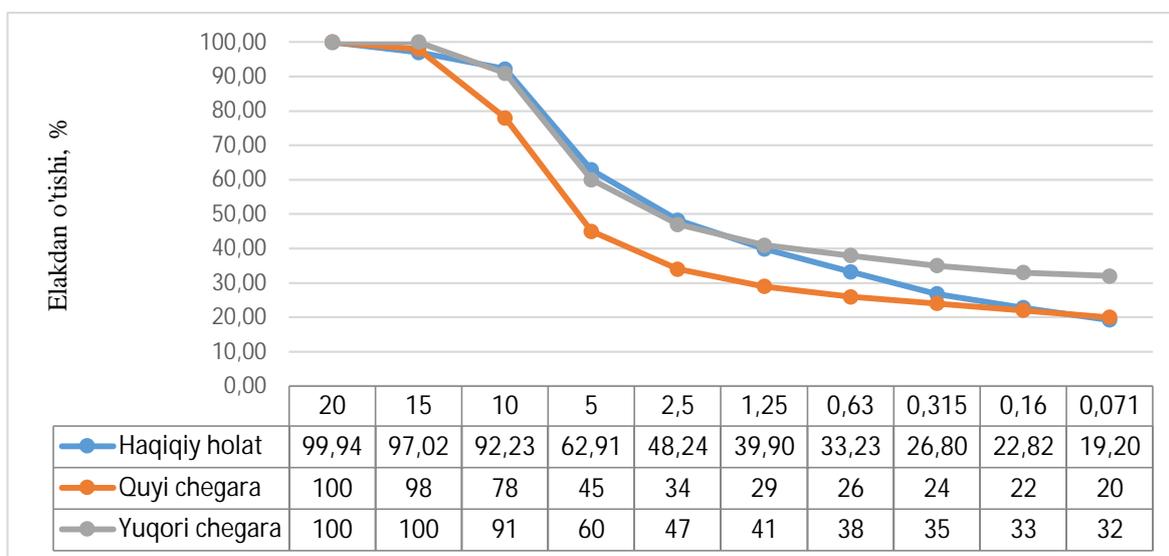
Qum 32,095 %

Mineral kukun 18,34 %

Polimeroltingugurtli bitum 8,3 %.

Granitli tosh materiallarining fizik-mexanik xossalari me'yoriy hujjat talabida belgilangan tartibda laboratoriya sinovlari natijasida aniqlanib, II tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning optimal tarkibini ishlab chiqish maqsadida mineral materiallar donadorlik tarkibi ishlab chiqildi (2-rasm).

Respublikamiz hududida yoz asfaltbeton qoplamalaridagi harorat 70 °C dan yuqori haroratgacha ko'tarilib ketishi kuzatiladi. Shu sababli quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasining laboratoriya sharoitida, suv shimuvchanligi, suvga bardoshliligi, yorilishga mustahkamligi, 50 °C, 60 °C va 70 °C haroratda siqilishga mustahkamligi ko'rsatkichlarini o'lchash ishlari olib borildi.



2 - rasm. Granitli tosh materiallarining II tip uchun donadorlik tarkibi.

Granitli tosh materiallaridan ishlab chiqilgan donadorlik tarkibidan foydalanib II tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qarishmasining optimal tarkibini ishlab chiqishda qarishma tarkibidagi polimeroltingugurtning me'yoriy miqdorini aniqlash maqsadida 5 xil tarkib asosida namunalar tayyorlanib laboratoriya sinovlari bajarildi. Qarishmadagi polimeroltingugurtli bitum tarkibidagi polimeroltingugurt miqdori 40 % ga teng. Sinov natijalari 6 - jadvalda keltirilgan.

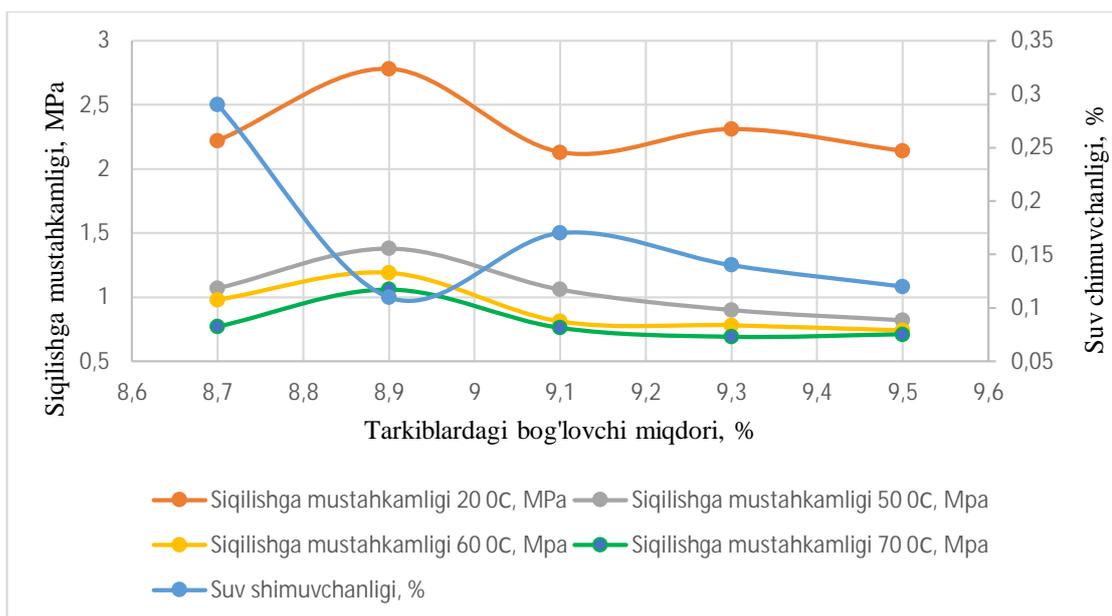
6 - jadval.

II tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning fizik mexanik xossalari

No	Bog'lovchi miqdori, %	Suv shimuvchanligi, %	Suvga bardoshlilik, %	Siqilishga mustahkamligi, 20 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi, 50 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi, 60 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi, 70 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi, 0 °C, MPa	Yorilishga bardoshlilik, MPa	Qorishmaning yoyilishi, mm
1	8,7	0,29	0,91	2,22	1,07	0,98	0,77	6,31	12,97	27
2	8,9	0,11	0,85	2,78	1,38	1,19	1,06	7,53	13,27	31
3	9,1	0,17	0,95	2,13	1,06	0,81	0,76	8,0	10,28	33
4	9,3	0,14	0,73	2,31	0,9	0,78	0,69	5,7	10,12	32
5	9,5	0,12	0,81	2,14	0,82	0,74	0,71	5,8	10,14	33

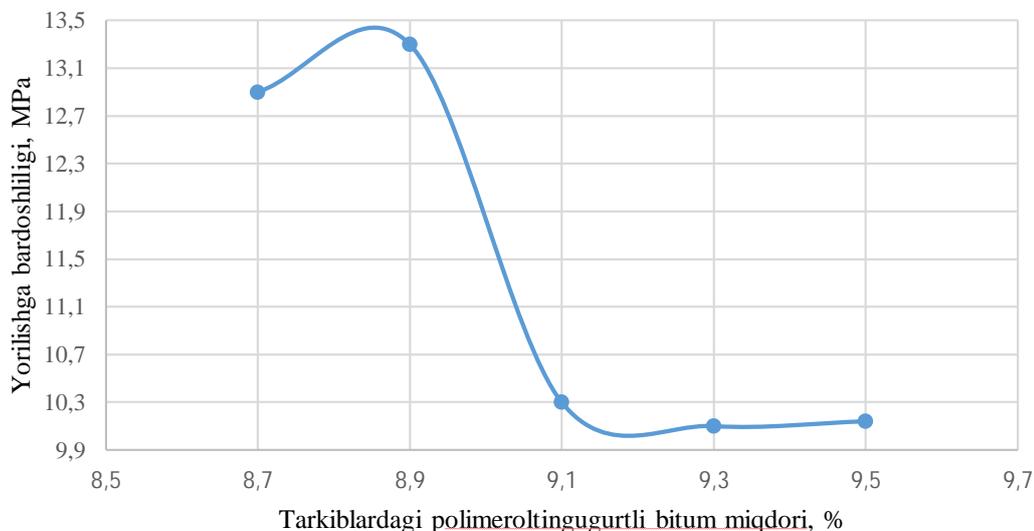
Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qarishmasining II tipi uchun optimal tarkibi uchun polimeroltingugurtli bitumning me'yoriy miqdori 8,9 % ga tengligi aniqlandi. II tip uchun ishlab chiqilgan tarkibdan foydalanib, bog'lovchi tarkibiga oltingugurtni 40 % gacha bo'lgan ulushlarda qo'shib namunalar tayyorlandi va ularning fizik-mexanik xossalari aniqlandi. Ishlab chiqilgan tarkib uchun 8,9 %

bog'lovchi tarkibida 40% polimeroltingugurt bo'lganda qoplamaning ekspluatatsion ko'rsatkichlari yuqori natijani qayd etdi.



3 - rasm. Suv shimuvchanligi va siqilishga mustahkamligining harorat va bog'lovchi miqdoriga bog'liqligi, II tip

II tip uchun polimeroltingugurtli bitum miqdori 8,9 % ni tashkil etgan tarkibdan tayyorlangan namunaning yorilishga bardoshliligi 13,27 MPa ni tashkil etdi.



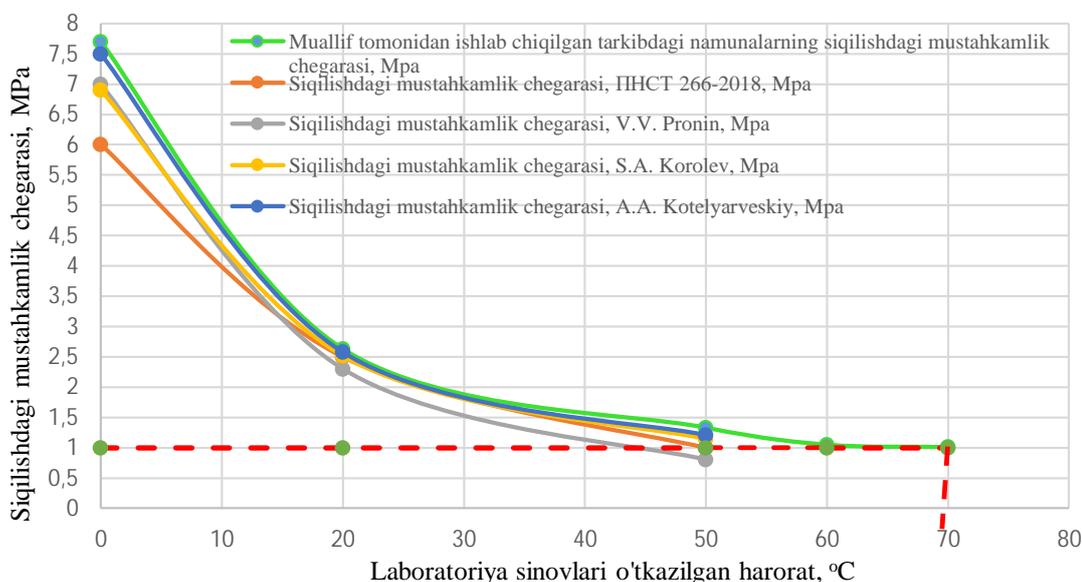
4 - rasm. II tip, namunalarning yorilishga bardoshliligi.

I tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonni fizik - mexanik xossalarini BND 60/90 bitumdan tayyorlangan quyma asfaltbeton hamda ПНСТ 266-2018 talabi hamda oldingi amalga oshirilgan ilmiy tadqiqot ishlari bilan taqqoslandi.

Quyva polimeroltingugurtli asfaltbeton namunalari fizik - mexanik xossalari oldingi amalga oshirilgan ilmiy ishlar bilan taqqoslash jadvali

№	Fizik – mexanik xossalari nomi	Muallif tomonidan ishlab chiqilgan tarkib	IHCT 266-2018 talabi	V.V.Pronin ilmiy ishida	S.A.Korolev ilmiy ishida	A.A.Kotelya revskiy ilmiy ishida
1	Siqilishga mustahkamligi 20 °C, MPa	2,78	2,5	2,3	2,52	2,58
2	Siqilishga mustahkamligi 50 °C, Mpa	1,38	1	0,8	1,15	1,25
3	Siqilishga mustahkamligi 70 °C, Mpa	1,06	-	-	-	-
4	Siqilishga mustahkamligi 0 °C, Mpa	7,53	6,0	7,0	6,9	7,5
5	Suvga bardoshlilik, %	0,95	0,85	0,87	0,88	0,9
6	Suv shimuvchanligi, %	0,043	0,5	0,28	0,38	0,6
7	Qorishmaning qulay yoyilishi, sm	3,2	3	3	2,9	2,9

Yuqoridagi 7-jadvaldagi natijalardan ko‘rinib turibdiki, quyva polimeroltingugurtli asfaltbetonning I tipi uchun polimeroltingugurtli bitum (POB) miqdori 8,9 % ga teng. II tip uchun qorishma tarkibidagi bog‘lovchi miqdori 8,9% bo‘lganda polimeroltingugurtni 40% gacha ulushlarda qo‘shib namunalar tayyorlandi. Optimal tarkib uchun polimeroltingugurtli bitum tarkibida polimeroltingugurt miqdori 40 % bo‘lganda qoplamaning ekspluatatsion ko‘rsatkichlari yuqori darajani qayd etdi.



5-rasm. Muallif tomonidam ishlab chiqilgan tarkibdagi quyva polimeroltingugurtli asfaltbeton namunalari fizik - mexanik xossalari oldingi qilingan ilmiy ishlar bilan taqqoslash grafigi.

Me'yoriy hujjatlar talabida 50 °C da siqilishdagi mustahkamlik chegarasi 1 MPa, 70 °C da esa talab keltirilmagan. Muallif tomonidan ishlab chiqilgan tarkibda esa 50 °C da siqilishdagi mustahkamlik chegarasi 1,38 MPa, 70 °C da siqilishdagi mustahkamlik chegarasi 1,06 MPa natijaga erishildi.

Yuqoridagi 2-tarkib asosida tayyorlangan namunalarning suv shimuvchanligi, suvga bardoshliligi, yorilishga bardoshliligi, 0 °C, 20 °C, 50 °C, 50 °C, 70 °C haroratda siqilishga mustahkamligi yuqori ko'rsatgichni qayd etdi. Optimal tarkib quyidagicha bo'ldi:

Chaqiqtoş	
10-20	7,288 %
5-10	36,44 %
Qum	29,152 %
Mineral kukun	18,22 %
Polimeroltingugurtli bitum	8,9 %.

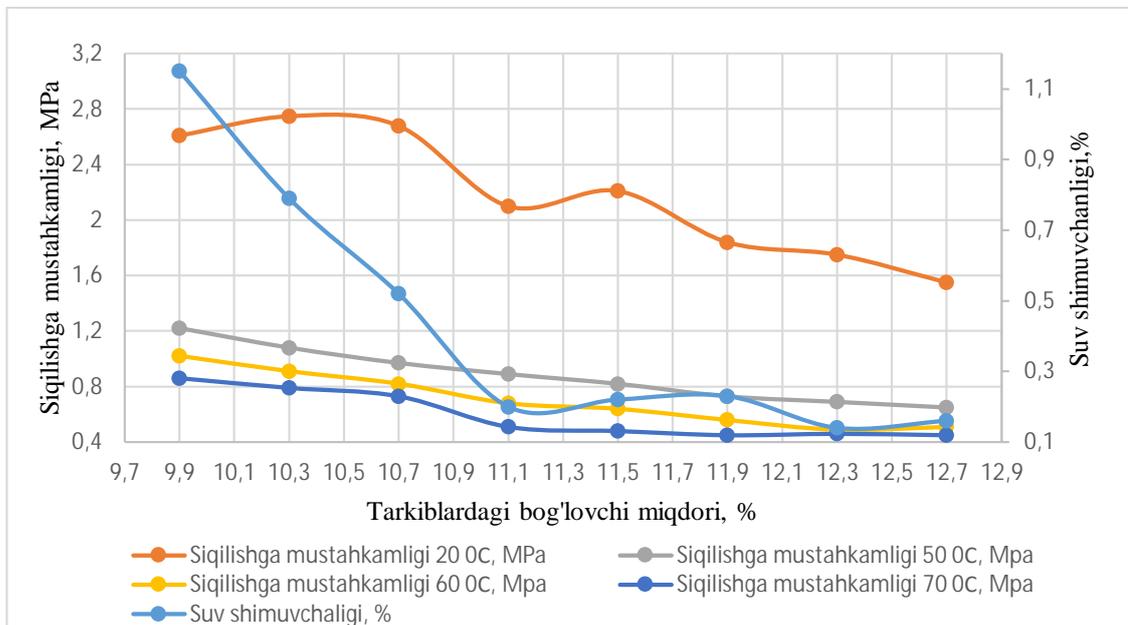
Granitli tosh materiallaridan ishlab chiqilgan donadorlik tarkibdan foydalanib III tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasining optimal tarkibini ishlab chiqish maqsadida 8 xil tarkib asosida namunalar tayyorlanib laboratoriya sinovlari bajarildi. Qorishmadagi polimeroltingugurtli bitum tarkibidagi polimeroltingugurt miqdori 40 % ga teng. Natijalar 8 - jadvalda keltirilgan.

8 - jadval.

III tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning fizik-mexanik xossalari

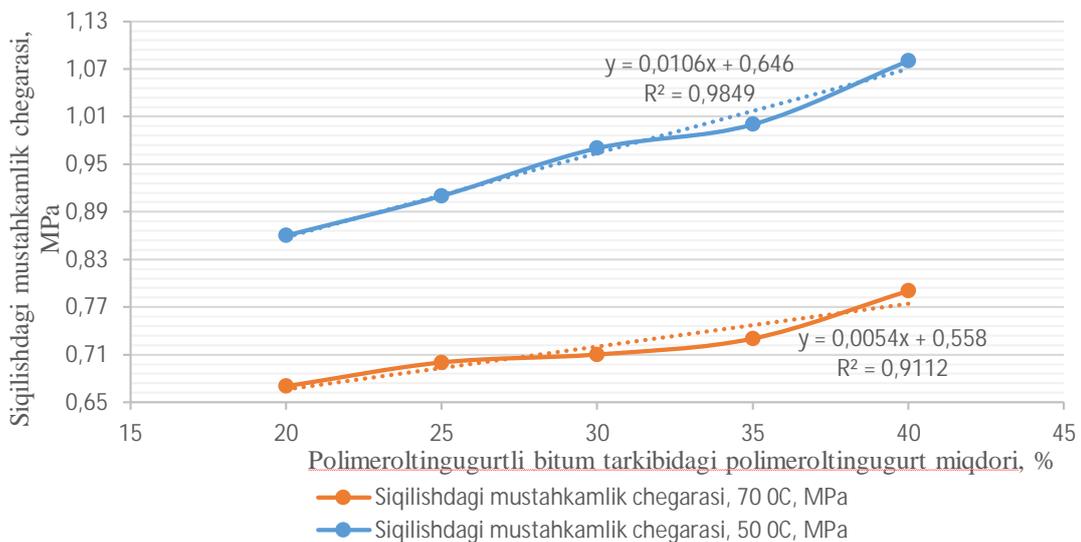
No	Bog'lovchi miqdori, %	Suv shimuvchanligi	Suvga bardoshliligi,	Siqilishga mustahkamligi, 20 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi, 50 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi 60 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi 70 °C, MPa	Siqilishga mustahkamligi 0 °C, MPa	Yorilishga bardoshliligi, MPa	Qorishmaning yoyilishi, mm
1	9,9	1,15	0,87	2,61	1,22	1,02	0,86	6,9	12,37	24
2	10,3	0,79	0,82	2,75	1,08	0,91	0,79	7,31	10,94	28
3	10,7	0,52	0,83	2,68	0,97	0,82	0,73	7,15	10,56	29
4	11,1	0,21	0,98	2,11	0,89	0,68	0,51	6,6	10,39	31
5	11,5	0,22	0,84	2,21	0,82	0,64	0,48	5,78	9,84	32
6	11,9	0,23	0,79	1,84	0,73	0,56	0,45	4,75	9,24	33
7	12,3	0,14	0,94	1,75	0,69	0,49	0,46	5,24	8,92	34
8	12,7	0,16	0,95	1,55	0,65	0,51	0,45	5,58	8,48	32

Bog'lovchi tarkibidagi modifikatsiyalangan oltingugurt miqdori 40 % bo'lgan III tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasining optimal tarkibi uchun bog'lovchi miqdori 10,3 % ni ga tengligi aniqlandi.



6-rasm. Suv shimuvchanligi va siqilishga mustahkamligi harorat va bog'lovchi miqdorida o'zgarishi, III tip.

III tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton namunalarining fizik-mexanik xossalari tahlil qilinganda, fizik-mexanik xossalari qarishmadagi bog'lovchi tarkibidagi polimeroltingugurtning miqdoriga bog'liqligi aniqlandi. Qorishma tarkibidagi polimeroltingugurtli bitum miqdori 10,3% bo'lganda bog'lovchi tarkibidagi polimeroltingugurt miqdorini 40% gacha ulushlarda qo'shib namunalarning fizik-mexanik xossalari aniqlanib tahlil qilindi. III tip uchun ishlab chiqilgan tarkibda polimeroltingugurtli bitum miqdori 10,3% bo'lganda, bog'lovchi tarkibidagi polimeroltingugurt ulushi 40% bo'lganda qoplamaning ekspluatatsion ko'rsatkichlari yuqori natijani qayd etishi qonuniyatlar natijasida aniqlandi.



7-rasm. III tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning siqilishdagi mustahkamligini polimeroltingugurt miqdoriga bog'liqlik qonuniyati.

Yuqoridagi 2-tarkib asosida tayyorlangan namunalarning suv shimuvchanligi, suvga bardoshliligi, yorilishga bardoshliligi, 0 °C, 20 °C, 50 °C, 50 °C, 70 °C haroratda siqilishga mustahkamligi yuqori ko'rsatkichni qayd etdi. Optimal tarkib quyidagicha bo'ldi:

Chaqiqtoş 5-10	8,97 %
Qum	61,893 %
Mineral kukun	18,837 %
Polimeroltingugurtli bitum	10,3 %.

Quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning fizik - mexanik ko'rsatkichlari tahlil qilinganda qoplamaning ekspluatatsion ko'rsatkichlari, bog'lovchi hamda mineral materiallarning fizik-mexanik xossalari, donadorlik tarkibiga hamda qorishmaning optimal tarkibiga bog'liqligi aniqlandi.

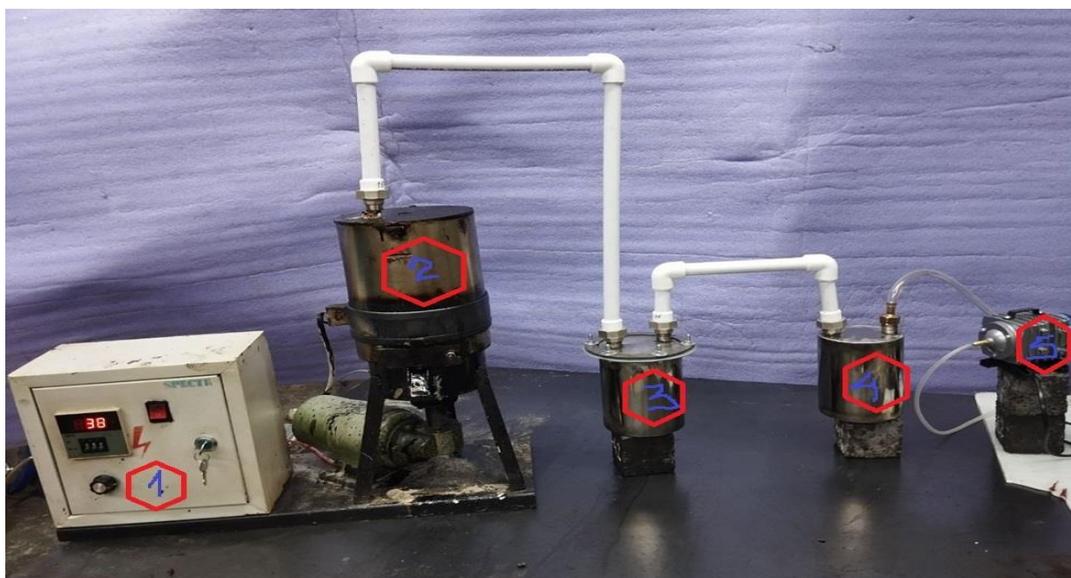
Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qoplamada g'ildirak izining botish chuqurligi 50 °C haroratda, I tipda 3,5 mm, II tipda 3,8 mm, 60 °C haroratda I tipda 3,7 mm, II tipda 3,9 mm, 70 °C haroratda I tipda 4,0 mm, II tipda 4,1 mm ga tengligi laboratoriya sharoitida aniqlandi. Erishilgan natijalar me'yoriy hujjat talabini qanoatlantiradi.

Asfaltbeton qoplamalarning ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish usulini takomillashtirish maqsadida polimerlanish miqdori 42 % ga teng bo'lgan polimeroltingugurt bitum bilan modifikatsiya qilindi va polimeroltingugurtli bitumning yumshash harorati 70 °C ga yetkazildi. Respublikamizning Sayxun, Oqtosh TMZ laridagi mineral materiallarning fizik - mexanik xossalari aniqlanib donadorlik tarkibi ishlab chiqildi. Ishlab chiqilgan donadorlik tarkibiga polimeroltingugurtli bitumni optimal miqdorda qo'llash orqali quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning I, II, III tiplari uchun takomillashgan yangi tarkib ishlab chiqildi va qoplamaning yuqori haroratdagi ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirishga erishildi.

Dissertatsiyaning **“Yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasini ishlab chiqarish texnologiyasi va uning iqtisodiy samaradorligi”** deb nomlangan to'rtinchi bobida quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasi tarkibidagi polimeroltingugurtli bitumni tayyorlash jarayonida atrof-muhitga ajralib chiqayotgan zaharli gazlarni bartaraf etish texnologiyasi, qorishmani ishlab chiqarish texnologiyasi hamda iqtisodiy samaradorligi haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Oltugurtli modifikatsiya qilish murakkab jarayon hisoblanadi, modifikatsiya qilish texnologiyasi to'g'ri tashkil qilinsa uning samaradorligi yuqori bo'ladi, aks holda natija samarasiz bo'ladi.

Modifikatsiya qilish jarayonidagi texnologiyani to'g'ri tashkil qilish va oltugurtli modifikatsiya qilish jarayonida chiqayotgan zaharli gazlarni atrof-muhitga ta'sirini bartaraf etish maqsadida takomillashgan qurilma ishlab chiqildi.



8- rasm. Oltिंगugurtni modifikatsiya qiluvchi takomillashgan qurilma.

1. *Boshqaruv qutisi va uning tashkiliy qismlari.*
2. *Reaktorning asosiy sig‘imi va uning qismlari.*
3. *Modifikatsiya qilish jarayonida chiqayotgan zaharli gazlarni qabul qiluvchi 1 — sig‘imi va uning qismlari;*
4. *Modifikatsiya qilish jarayonida chiqayotgan zaharli gazlarni qabul qiluvchi 2 – sig‘imi va uning qismlari;*
5. *Vakuumli nasos va uning qismlari.*

Qurilmadan foydalanish quyidagi yo‘riqnoma orqali amalga oshiriladi:

Qurilmani ishlatishdan oldin uning texnik holati nazoratdan o‘tkaziladi.

Qurilma nazoratdan o‘tkazilgandan keyin “start” tugmasi orqali ishchi holatga keltirib olinadi. Reaktorning boshqaruv qismi orqali modifikatsiya qilish jarayoni uchun qulay harorat hamda reaktor barabanining aylanish tezligi sozlab olinadi (1).

Modifikatsiya qilinayotgan oltिंगugurt reaktorning asosiy sig‘imiga solinadi. Oltिंगugurt suyuq holatga kelgandan so‘ng unga kerakli miqdordagi modifikator solinadi. Sig‘imdagi moddalar belgilangan vaqt davomida qizdirilib aralashtiriladi (2).

Modifikatsiya qilish jarayonida chiqayotgan H₂S-vodorod sulfid, SO₂-oltिंगugurt 4 oksidi zaharli gazlarini vakuumli nasos orqali 2 – sig‘imga tortib olinadi. Bu yerda H₂S-vodorod sulfid, SO₂-oltिंगugurt 4 oksidi gazlari 3 qatlamli moslamada neytrallovchi kimyoviy eritma ta’sirida qisman yutiladi (3).

H₂S-vodorod sulfid, SO₂-oltिंगugurt 4 oksidi gazlarning qolgan qismi vakuumli nasos orqali oltिंगugurtli gazlarni qabul qiluvchi 3 – sig‘imga so‘rib o‘tkaziladi. Bu yerda esa H₂S-vodorod sulfid, SO₂-oltिंगugurt 4 oksidi 2 qatlamli moslamadagi neytrallovchi kimyoviy eritma orqali butunlay yutiladi (4).

Modifikatsiya qilish jarayoni yakunlanganidan keyin “stop” tugmasi orqali qurilma o‘chiriladi va modifikatsiyalangan oltिंगugurt eritmasi asosiy sig‘imning to‘kish krani (2) orqali maxsus idishga to‘kib olinadi.

Ikkinchi va uchinchi sig‘imda yig‘ilgan H₂S-vodorod sulfid, SO₂-oltिंगugurt 4 oksidi gazlar esa sanoatda; polisulfid kauchuk olish uchun xom ashyo sifatida hamda, o‘simliklarni shiradan himoya qiluvchi modda sifatida qo‘llaniladi.

Ushbu qurilma yordamida oltingugurt modifikatsiya qilinganda modifikatsiya qilish jarayonida chiqayotgan oltingugurtli gazlarning ekologiya va atrof – muhitga ta'sirini oldi olinadi.

Oltingugurtdan yo'l qurilishida kam hollarda foydalanishning asosiy sababi undan chiqayotgan zaharli gazlarning ta'siridir. Ushbu takomillashgan texnologiya yuqoridagi muammoga yechim bo'lib xizmat qiladi. Bu bizga oltingugurtdan yo'l qurilishida keng miqyosda foydalanish hisobiga avtomobil yo'llari asfaltbeton qoplamalarining ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish imkonini beradi.

Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton texnologik reglamenti quyidagi 3 qismni o'z ichiga oladi:

1. Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasini tayyorlash:

- asfalt aralashtirish zavodini tayyorlash;
- quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasini tayyorlash;
- asfalt aralashtirish zavodini tayyorlash;
- modifikatsiyalangan polimeroltingugurtli bitumni tayyorlash;
- mineral kukunni tayyorlash va yetkazib berish qutisiga tushirish;
- agregatda qum va chaqiqtoshni yuklash va oldindan dozalash
- 5% aniqlikdagi konveyer yoki sovuq elevator orqali quritish barabaniga etkazib berish;
- quritish barabanida qum va maydalangan toshlarni quritish va qizdirish va ularni issiq holatda lenta yordamida saralash moslamasiga berish;
- qizdirilgan qum va maydalangan toshlarni fraksiyalarga ajratish va issiq bunkerning tegishli bo'limlarini qum fraksiyasi va maydalangan tosh fraksiyalari bilan to'ldirish;
- tarkib bo'yicha dozalash va qum fraksiyasi, maydalangan tosh fraksiyalari va mineral kukunni tortish bunkasida hisoblash asosida tortish;
- mineral materiallarni tortish idishidan mikserga qayta yuklash;
- mineral materiallarni quruq aralashtirish;
- modifikatsiyalangan polimeroltingugurtli bitumni dozalash va uni mikserga quyish;
- mineral materiallarni polimeroltingugurtli bitum bilan aralashtirish;

2. Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasini yo'l qurilish hududiga yetkazib berish:

- qorishmani 165 °C dan yuqori bo'lmagan haroratda koxerga yuklash.
- koxer yordamida qorishmani quyma asfalt yotqizgich sig'imiga 160 °C dan kam bo'lmagan haroratda tushirish.

3. Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qoplamasini yotqizish:

- Qorishmani quyma asfalt yotqizgich yordamida 150 °C dan kam bo'lmagan haroratda yotqizish.
- Yangi yotqizilgan yoki ta'mirlangan qoplamada 60 daqiqadan keyin harakatlanishga ruxsat beriladi.

Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishma uchun bitum 150 - 170 °C haroratgacha qizdiriladi. Mineral materiallar quritish barabanida qorishma uchun

160 - 180 °C gacha qizdiriladi. Mikserga 120 - 140 °C haroratli issiq mineral kukun kiritilsa, mineral materiallarni isitish harorati 12 - 14% ga kamayadi.

Quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning iqtisodiy samaradorligini 2 bosqichda keltirib o‘tamiz:

– Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasining iqtisodiy samaradorligi.

– Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qoplamasini yotqizish texnologiyasining iqtisodiy samaradorligi.

Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasining iqtisodiy samaradorligi:

9- jadval

Bog‘lovchi tarkibidagi bitum va oltingugurt ulushi 60/40 bo‘lgan 1 tonna I tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasining quyma asfaltbetonga nisbatan iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlari:

No	Jl 16 tipli quyma asfaltbeton qorishmasidagi materiallar	Miqdori (kg)	1 kg material narxi (so‘m)	Sarflangan materialning narxi(so‘m)	Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasidagi materiallar	Miqdori (kg)	Narxi (so‘m)	Sarflangan materialning narxi(so‘m)
1	Bitum 7,885 %	78,85	6 000	473 100	Bitum 4,98 %	49,8	6 000	298 800
2	Modifikator 0,415 %	4,15	45000	186 750	Modifikatsiyalangan oltingugurt 3,32 %	33,2	785	26 062
3	Chaqiqtoosh 44,7 %	447	70	31 290	Chaqiqtoosh 41,2 %	412	70	28 840
4	Qum 28,5 %	285	70	19 950	Qum 32,16%	321,6	70	22 512
5	Mineral kukun 18,5 %	185	360	66 600	Mineral kukun 18,34%	183,4	360	66 024
6	Transport xarajatlari			48 686	Transport xarajatlari			48 686
7	Elektr energiya, gaz xarajatlari			9 721	Elektr energiya, gaz xarajatlari			9 721
8	ABS xizmati xarajatlari			58 435	ABS xizmati xarajatlari			58 435
	Jami	1000		894 532	Jami	1000		559080

1 tonna I tipli quyma asfaltbeton qorishmasining narxi 894 532 so‘mni tashkil etadi;

Bitum va polimeroltingugurt ulushi 60/40 bo‘lgan 1 tonna I tipli quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasining narxi esa 559 080 so‘mni tashkil etdi.

Yuzasi $S = 10000$ kv. metr bo‘lgan quyma asfaltbetonni yotqizish texnologiyasini bog‘lovchi tarkibidagi modifikatsiyalangan polimeroltingugurt miqdori 40 % bo‘lgan quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasini yotqizish texnologiyasi bilan taqqoslasak, jami iqtisodiy samaradorlik quyidagiga teng bo‘ladi:

1. Balandligi $h=0,05$ metr bo'lgan qoplamaga sarflanadigan quyma asfaltbeton qorishma narxini hisoblaymiz;

$$B_{q.a.q} = m * B = 1200 * 894\,532 = 1\,073\,438\,400 \text{ so'm} \quad (1)$$

Bu yerda,

$B_{q.a.q}$ – jami sarflanadigan quyma asfaltbeton qorishma narxi, so'm,

m — jami sarflanadigan quyma asfaltbeton qorishma massasi, T

B – 1 tonna quyma asfaltbeton narxi, so'm.

2. Balandligi $0,05$ metr bo'lgan qoplamani yotqizishga sarflanadigan quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasining narxini hisoblaymiz;

$$B_{q.o.a.q} = m * B = 1200 * 559\,080 = 670\,896\,000 \text{ so'm} \quad (2)$$

Bu yerda,

$B_{q.o.a.q}$ – jami sarflanadigan quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishma narxi, so'm,

m — jami sarflanadigan quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishma massasi, T

B – 1 tonna quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton narxi, so'm.

Iqtisodiy samaradorlik quyidagiga teng;

$$\Sigma I = B_{q.a.q} - B_{q.p.a.q} = 1\,073\,438\,400 - 670\,896\,000 = 402\,542\,400 \text{ so'mni tashkil etdi.} \quad (3)$$

Yuzasi $10\,000 \text{ m}^2$, balandligi $h=0,05 \text{ m}$ bo'lgan qoplamani qurishda quyma asfaltbeton qorishmasining o'rniga quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishmasini I tipini qo'llash orqali $402\,542\,400$ (to'rt yuz ikki million, besh yuz qirq ikki ming to'rt yuz) so'm, $37,5 \%$ iqtisodiy samaradorlikka erishildi.

XULOSALAR

“Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qoplamasining ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish usulini takomillashtirish” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Yuqoridagi tahlillar natijasidan kelib chiqadiki quyma oltingurtli asfaltbetonning yuqori haroratga chidamliligini oshirish borasida yetarli ilmiy ishlar olib borilmagan. O'zbekiston va markaziy Osiyoda esa quyma oltingugurtli asfaltbetonni yuqori haroratga chidamliligini oshirish borasida ilmiy izlanishlar olib borilmagan.

2. Oltingugurtli modifikatsiya qilish texnologiyalari tahlil qilinganda hozirda mavjud texnologiyalarning kamchiliklari aniqlandi va ularni bartaraf etish maqsadida maxsus reaktor tayyorlandi, modifikatsiya qilishning optimal harorati, vaqti, reaktor barabanining optimal aylanish tezligi aniqlanib mavjud texnologiyalar takomillashtirildi (reaktor harorati $175 \text{ }^\circ\text{C}$, aylanish tezligi 200 ab./daq.).

3. Modifikatsiya qilish jarayonida atrof muhitga chiqayotgan zaharli gazlarni bartaraf etish texnologiyasidan foydalanib mahalliy ikkilamchi mahsulot bo'lgan

oltingugurt modifikator M4 bilan modifikatsiya qilindi va modifikatsiyalangan oltingugurtning polimerlanish miqdori 42 % ni tashkil etdi.

4. Mahalliy M4 markali modifikator bilan modifikatsiya qilingan polimeroltingugurt bitum bilan modifikatsiya qilinganda, bog'lovchi tarkibidagi polimeroltingugurt miqdori 40 % bo'lganda, polimeroltingugurtli bitumning yumshash harorati 46 °C dan 70 °C ga oshirildi.

5. Quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning ekspluatatsion ko'rsatkichlari tahlil qilinganda qoplamaning ekspluatatsion ko'rsatkichlari avvalo, mineral materiallarning fizik-mexanik xossalari, donadorlik tarkibiga hamda qorishmaning optimal tarkibiga bog'liqligi aniqlandi.

6. Quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonning I, II, III tiplari uchun takomillashgan yangi tarkib ishlab chiqildi, ekspluatatsion ko'rsatkichlar; qoplamaning siqilishga mustahkamligi 50 °C haroratda 1,38 MPa, 70 °C haroratda 1,06 MPa, suvga bardoshliligi 0,95, g'ildirak izi deformatsiyasining chuqurligi 50 °C haroratda, 3,5 mm, 70 °C haroratda 4,0 mm, yorilishga bardoshliligi 13,27 MPa bo'lishiga erishildi.

7. Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishma tarkibidagi polimeroltingugurt miqdorini bog'lovchi ulushiga nisbatan 5 % dan 40 % gacha ulushlarda qo'shib namunalarning fizik-mexanik xossalari aniqlanib tahlil qilindi. I, II, III tipdagi quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qorishma uchun ishlab chiqilgan tarkibda, bog'lovchi tarkibidagi polimeroltingugurt ulushi 40 % bo'lganda qoplamaning ekspluatatsion ko'rsatkichlari yuqori natijani qayd etishi qonuniyatlar natijasida aniqlandi.

8. Quyma oltingugurtli asfaltbetonning I tipi uchun mavjud usulni takomillashtirish orqali iqtisodiy samaradorlik baholandi, bunda quyma polimeroltingugurtli asfaltbetonni yuzasi 10000 m kv, qalinligi 5 sm bo'lgan qoplamani yotqizishda qo'llash orqali 402 542 400 (to'rt yuz ikki million besh yuz qirq ikki ming to'rt yuz) so'm iqtisodiy samaradorlikga erishiladi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.15/31.08.2022.Т.73.05 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ТИЛАКОВ СУХРОБ МУХАММАДИЕВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ПОВЫШЕНИЯ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИТОГО
ПОЛИМЕРСЕРОАСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ**

**05.09.02 — «Геотехника» (по направлениям дороги, цифровизация дорог и
безопасность дорожного движения. Дорожная телематика)**

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

Ташкент-2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за B2024.4.PhD/T5010.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайта (www.tstu.uz) и в информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу www.ziyonet.uz

Научный руководитель:

Садиков Ибрагим Салихович

доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Ахмедов Шерзод Баходирович

доктор философии по техническим наукам (PhD),
доцент

Косимов Иброхим Иркинович

доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Наманганский инженерно-строительный институт

Защита диссертации состоится “_____” _____ 2024 г. в ____ часов на заседании Научного совета PhD.15/31.08.2022.T.73.05 при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167. г. Ташкент, улица Темирийулчилар, 1. Тел./факс: (998-71) 277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентском государственном транспортном университете. (зарегистрирована №_____). (Адрес: 100167. г. Ташкент, улица Темирийулчилар, 1. Тел./факс: (998-71) 277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Автореферат диссертации разослан “___” _____ 2024 года.
(реестр протокола рассылки №___ от “___” _____ 2024 года).

А.Х.Уроков

Председатель научного совета по
присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

Р.М.Худайкулов

Ученый секретар научного совета по
присуждению ученых степеней,
PhD, профессор

К.Х.Азизов

Заместитель председателя
Научного семинара при
научном совете по присуждению
ученых степеней к.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире растет требования к повышению устойчивости асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог к высоким температурам. В частности, из-за проблем экстремально жаркого климата асфальтобетонные покрытия в летние месяцы нагреваются под воздействием температуры выше +70 °С, их прочность снижается, в результате чего образуются колеи - следы пластических деформаций. Для решения вышеуказанных проблем необходимо внедрить на автомобильных дорогах асфальтобетонные технологии, устойчивые к высоким температурам. «Внедрение технологии литого сероасфальтобетона для ремонта дорог в условиях высокотемпературной эксплуатации обеспечивает высокую эффективность»³. Повышение устойчивости асфальтобетонного покрытия к высоким температурам является одной из актуальных проблем современности.

В мире проводится ряд научных исследований, направленных на продление срока эксплуатации автомобильных дорог, в частности, на повышение эксплуатационных показателей асфальтобетонных покрытий. Эти исследования включают разработку нового состава асфальтобетона с использованием энергосберегающих строительных материалов для асфальтобетонной смеси и модифицированного серо битума с высокой экономической эффективностью, что позволяет повысить прочность покрытия. В этом направлении приоритетными считаются исследования по применению нового экономичного строительного материала - модифицированного полимерсерного битума с использованием современных технологий. Цель этих исследований - повышение эксплуатационных показателей асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог в условиях высокотемпературной эксплуатации.

В республике проводятся широкомасштабные мероприятия по увеличению срока службы и улучшению потребительских свойств автомобильных дорог, разработке и практическому применению новых технологий, способствующих повышению эффективности планируемых ремонтных работ. В Постановлении Президента Республики Узбекистан от 10.10.2023 г. № ПП-330 «О мерах по дальнейшему совершенствованию сферы дорожного хозяйства»⁴ и Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены задачи, в том числе по «Совершенствованию дорожной инфраструктуры и ускоренному развитию сети автомобильных дорог». Для реализации этих задач необходимо провести научные исследования по повышению эксплуатационных показателей асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог с целью повышения их устойчивости к высоким

³https://spravochnick.ru/arhitektura_i_stroitelstvo/vnedrenie_tehnologii_litogo_seroasfaltobetona_dlya_remonta_dorog_v_vysokotemperaturnyh_usloviyah_ekspluatscii/

⁴ Постановлении Президента Республики Узбекистан от 10.10.2023 г. № ПП-330 «О мерах по дальнейшему совершенствованию сферы дорожного хозяйства».

температурам.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в разделе III Указа Президента Республики Узбекистан № УП-60 “О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы”, Указе Президента Республики Узбекистан № УП-5890 “О мерах по глубокому реформированию системы дорожного хозяйства Республики Узбекистан”, Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-4545 “О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления дорожной отраслью”, Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-330 “О мерах по дальнейшему совершенствованию дорожного хозяйства”, а также в других нормативно-правовых документах, касающихся данной деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Диссертационное исследование соответствует приоритетному направлению II «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение, транспорт и приборостроение» развития науки и технологий республики. Диссертационная работа выполнена в рамках фундаментального международного грантового проекта ПЛ-4821091606 «Направленное регулирование реологических свойств асфальтобетонов, воспринимающих экстремальные транспортные нагрузки и температуру, в системе «Supergrave»».

Степень изученности проблемы. Научные исследования по технологиям получения модифицированного серобитума, сероасфальтобетона, литого асфальтобетона и литого серо асфальтобетона проводились такими учеными мира, как Х. Ахмад, Г.Л. Баумгардер, В.А. Гладких, В.В. Пронин, С.А. Королев, А.А. Котляревский, Ю.Э. Василев, П.В. Сахаров, В.Б. Иванов, А.Й. Тихонов, Б.А. Козловский, Г.К. Сюни, А.М. Богуславский, С.А. Андропов, Г.В. Василовская, Д.Р. Назиров, В.Д. Галдина, М.В. Железнов, В.Й. Гладков, Р.Г. Теляшев, Н.В. Мотин, А.Н. Шубин и другие. Среди ученых нашей республики Ф.К. Шамсиев и Э.У. Касимов проводили научно-исследовательские работы на тему серо асфальтобетона.

Из результатов выше изложенного анализа следует, что недостаточно проведено научных работ по повышению устойчивости литого серо асфальтобетона к высоким температурам. В Узбекистане и Центральной Азии научные исследования по повышению устойчивости литого серо асфальтобетона к высоким температурам не проводились.

Соответствие диссертационного исследования планам научно-исследовательской работы высшего учебного заведения, в котором выполнялась диссертация. Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского государственного транспортного университета в рамках научно-исследовательской работы «Системный подход к созданию конструкций дорожных одежд с заданными транспортно-эксплуатационными

характеристиками с учетом транспортных нагрузок и климатических условий».

Цель исследования является совершенствование метода повышения эксплуатационных показателей литого полимерсероасфальтобетонного покрытия для увеличения устойчивости асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог к воздействию высоких температур.

Задачи исследования:

- анализ технологий применения, литого полимерсероасфальтобетона на автомобильных дорогах;

- разработка технологии получения модифицированной полимерсеры и анализ ее свойств;

- разработка технологии получения, модифицированного полимерсеробитума и повышение физико-механических показателей связующего;

- совершенствование методики разработки нового состава и повышения эксплуатационных показателей высокотемпературного литого полимерсеробетона;

- оценка экономической эффективности высокотемпературного литого полимерсероасфальтобетона.

Объектом исследования является битум, модифицированный полимеризованной серой, литая полимерсероасфальтобетонная смесь.

Предметом исследования является технология получения полимерсеробитума и технология приготовления литого высокотемпературного полимерсероасфальтобетона.

Методы исследования. В процессе исследования для определения реологических свойств и химической структуры серомодифицированного битума использовались методы ИК-спектроскопии, экспериментальных исследований, лабораторных испытаний, математической статистики, регрессионного анализа.

Научная новизна исследования:

В результате модификации местной серы модификатором марки М4 с использованием технологии удаления токсичных газов достигнуто увеличение количества полимеризации модифицированной серы до 42%;

Для применения в строительстве и ремонта дорожных покрытий получен новый строительный материал с высокой прочностью, трещиностойкостью и термостойкостью - литой полимерсероасфальтобетон;

С использованием разработанного нового состава удалось повысить требуемые эксплуатационные показатели литых полимерсероасфальтобетонных покрытий, такие как устойчивость к колееобразованию, водостойкость, устойчивость к высоким температурам;

В результате исследований установлены закономерности влияния основного состава и технологических факторов (состав полимерсеры, температура приготовления, тип и количество модификатора) на физико-

механические и эксплуатационные показатели литого полимерсероасфальтобетона.

Практические результаты исследования:

разработан технологический регламент производства литой полимерсероасфальтобетонной смеси;

результаты научных исследований использованы при переработке ведомственных строительных норм ИКН 82-2024 «Инструкция по ремонту автомобильных дорог общего пользования в зимний сезон» в разделах «Вяжущие материалы», «Литой сероасфальтобетон», «Методы ремонта выбоин в асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог»;

разработан оптимальный гранулометрический состав с повышенными эксплуатационными показателями для литой полимерсероасфальтобетонной смеси I, II, III типов;

оценена экономическая эффективность применения усовершенствованного метода литого полимерсероасфальтобетона для повышения эксплуатационных показателей асфальтобетонных покрытий.

Достоверность результатов исследования объясняется тем, что научные исследования проводились с использованием стандартизированных методов и современных и высокоточных цифровых средств, анализ свойств асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог с целью повышения их эксплуатационных показателей проводился с использованием современных лабораторных устройств, сходством результатов теоретических и практических исследований, совпадением результатов, полученных с результатами аналогичных моделей с использованием коэффициентов корреляции и регресс.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в том, что в ходе анализа были выявлены причины снижения эксплуатационных свойств асфальтобетонных покрытий под воздействием высоких температур, а также усовершенствован метод повышения эксплуатационных показателей литого полимерсероасфальтобетонного покрытия с целью улучшения эксплуатационных характеристик асфальтобетонных покрытий.

Практическая значимость результатов исследования заключается в повышении устойчивости к высоким температурам литой полимерсероасфальтобетонной смеси, изготовленной на основе разработанного состава. Это достигается при использовании смеси для укладки гидроизоляционного покрытия и мостовых покрытий на автодорожных мостах, при укладке верхнего слоя покрытия при строительстве и ремонте асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, при строительстве пешеходных дорожек, а также при ремонте выбоин в асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог в зимних условиях при температуре воздуха до -10°C .

Внедрение результатов исследования. На основе результатов проведенных исследований по совершенствованию метода повышения эксплуатационных показателей литого полимерсероасфальтобетонного покрытия:

на основе разработанного состава полимерсеро литого асфальтобетона из полимерсеры с содержанием полимеризации 42% на асфальтобетонном заводе приготовлен смес и внедрен в практику на предприятиях Комитета по Автомобильным дорогам. (Справка Комитета Автомобильных дорог при Министерстве транспорта Республики Узбекистан № 03 - 4177 от 4 ноября 2024 года). В результате наблюдалось повышение эксплуатационных показателей литого полимерсероасфальтобетонного покрытия;

литая полимерсераасфальтобетонная смес для строительства и ремонта повышенной прочностью, трещиностойкостью, термостойкостью и сдвигустойчивостью, внедрена в практику на предприятиях Комитета по Автомобильным дорогам (Справка Комитета Автомобильных дорог при Министерстве транспорта Республики Узбекистан № 03 - 4177 от 4 ноября 2024 года). В результате применения литого полимерсерного асфальтобетона прочность покрытия на сжатие при температуре 70 °С увеличилась на 15% по сравнению с асфальтобетоном, используемым в настоящее время;

разработанный оптимальный гранулометрический состав литого полимерсеро асфальтобетона I, II, III типов внедрен в практику на предприятиях Комитета по Автомобильным дорогам (Справка Комитета Автомобильных дорог при Министерстве транспорта Республики Узбекистан № 03 - 4177 от 4 ноября 2024 года). В результате повысилась прочность покрытия в условиях высокотемпературной эксплуатации;

усовершенствованный метод литого полимерсерного асфальтобетона внедрен в практику на предприятиях, подведомственных Комитету Автомобильных дорог (Справка Комитета Автомобильных дорог при Министерстве транспорта Республики Узбекистан № 03 - 4177 от 4 ноября 2024 года). В результате повышены эксплуатационные показатели покрытия в условиях высокотемпературной эксплуатации, а также применение данного метода позволило достичь экономии количества битума до 37,5%..

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были представлены и обсуждены на 2 международных (в том числе на 1 конференции, включенной в базу данных «Scopus») и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 14 научных работ, из них 7 статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 3 статьи в республиканских и 4 статьи в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации 115 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, указывается степень изученности проблемы, соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, описываются цель и задачи, объект и предмет исследования, методы исследования, научная новизна, научная и практическая значимость результатов исследования, внедрение результатов исследования, связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

В первой главе диссертации **«Современное состояние проблемы, цель и задачи исследования»** приведены сведения о проблемах, возникающих в период эксплуатации асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог нашей республики, а также анализ факторов, вызывающих этих проблем.

В результате анализа предыдущих научно-исследовательских работ были определены возможности применения, литого полимерсероасфальтобетона в покрытиях автомобильных дорог и необходимые работы для повышения эксплуатационных показателей покрытий.

Был проанализирован ряд патентов на разработку модифицированной полимерсеры в составе литой полимерсерной асфальтобетонной смеси и модифицированного полимерсерного битума, и выявлены их недостатки. С целью устранения существующих проблем в патентах был составлен план работ по производству полимерсеро битума.

Во второй главе диссертации, **«Литой полимерсероасфальтобетонная смес и требования к материалам»** рассмотрены требования, предъявляемые к литому полимерсероасфальтобетону и минеральным материалам, входящим в состав смеси. Приведены сведения об определении физико-механических свойств материалов, используемых для изготовления литой полимерсероасфальтобетонной смеси, и их сравнение с требованиями нормативных документов.

С целью разработки оптимального состава литой полимерсероасфальтобетонной смеси были использованы доломитовые материалы из Сайхунского камнедробильного завода в Джизакской области и гранитные каменные материалы из Акташского камнедробильного завода в Самаркандской области.

При определении физико-механических свойств щебня и песка доломитовых и гранитовых каменных материалов лабораторными испытаниями установлено, что физико-механические свойства гранитовых каменных материалов высокие.

С целью приготовления литой полимерсероасфальтобетонной смеси были определены физико-механические свойства доломита и гранита и

сопоставлены с требованиями нормативных документов. Результаты испытаний приведены в таблицах 1.

таблица 1.

Физико-механические свойства использованного щебня

№	Показатели	Щебень по ГОСТ 8267	Фактическое состояние доломита	Фактическое состояние гранита
1	Водонасыщение, %	0,8	0,6	0,4
2	Марка по морозостойкость,	F50	F50	F50
3	Марка по дробимости	1000	1200	1400
4	Марка по истираемости	И 2	И 1	И 1
5	Содержание пылевидных и глинистых частиц, % по массе, не более	2	2	1.5
6	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, %	15	11,6	8,7
7	Содержание пылевидных и глинистых часниц, %	1,1	0,8	0,7
8	Насыпная плотность, кг/м ³	1520	1590	1580
9	Пористость, %	42,4	40,1	39,8
10	Истинная плотность, гр/см ³	2,72	2,79	2,78
11	Средняя плотность, гр/см ³	2,63	2,43	2,42

Физико-механические свойства песка, использованного при разработке оптимального состава, литого полимерсерного асфальтобетона I, II, III типов, приведены в таблице 2.

таблица 2.

Физико-механические свойства применяемого песка

№	Показатели	Песок по ГОСТ 8736	Фактическое состояние доломита	Фактическое состояние гранита
1	Размерный модуль	2	2	2
2	Марка по дробимости	1000	1200	1200
3	Истинная плотность, гр/см ³	2370	2390	2380
4	Средняя плотность, гр/см ³	1810	1830	1840
5	Пористость, %	17	15	14
6	Содержание пылевидных и глинистых часниц, %	0,36	0,21	0,19

В третьей главе диссертации «Проведение экспериментальных исследований по повышению эксплуатационных показателей литого полимерсероасфальтобетона, для высокотемпературных условий эксплуатации» приведены эксперименты по производству оптимального состава полимерсеробитума, в результате чего физико-механические свойства вяжущего были повышены до 42% полимеризации полимерсеры. С целью повышения эксплуатационных показателей асфальтобетонного покрытия разработан оптимальный состав литого полимерсерного асфальтобетона I, II, III типов.

С целью разработки оптимального состава полимерсеро битума были определены физико-механические свойства серобитума, модифицированного различными модификаторами, согласно требованиям, ГОСТ 22245, ГОСТ 11501, ГОСТ 11506, ГОСТ 11505. Результаты представлены в таблице 3.

таблица 3.

Физико-механические свойства модифицированного серо битума

№	Доля битума и серы, %	Доля модификатора М4, %	Число оборотов барабана в реакторе (мин/аб)	Температура в реакторе (°С)	Время модификации, (мин)	Глубина погружения иглы, (0,1 мм) 25°С ГОСТ 11503	Температура размягчения, (°С) ГОСТ 11506	Растяжимость, (см) ГОСТ 11505
1	100	-	-	-	-	68	46	67
2	90:10	0,5	200	135	180	66	48	35
3	85:15	0,75	200	135	180	64	50	32
4	80:20	1	200	135	180	63	52	30
5	75:25	1,25	200	135	180	62	53	30
6	70:30	1,5	200	135	180	64	54	29
7	65:35	1,75	200	135	180	60	55	29
8	60:40	2	200	135	180	58	55	28
9	55:45	2,25	200	135	180	58	54	27
10	50:50	2,5	200	135	180	57	54	27
11	90:10	0,5	200	175	160	63	51	39
12	85:15	0,75	200	175	160	61	53	35
13	80:20	1	200	175	160	58	54	32
14	75:25	1,25	200	175	160	56	59	32
15	70:30	1,5	200	175	160	55	63	31
16	65:35	1,75	200	175	160	54	66	30
17	60:40	2	200	175	160	52	70	30
18	55:45	2,25	200	175	160	51	66	29
19	50:50	2,5	200	175	160	50	65	28

При модификации битума полимерсеры с использованием технологического параметра строки 17 вышеприведенной таблицы, температура размягчения модифицированного полимерсеро битума достигла 70 °С.

С целью определения количества связующего в оптимальном составе литой полимерсероасфальтобетонной смеси I типа с использованием разработанного гранулированного состава из доломитовых каменных материалов были приготовлены образцы и проведены лабораторные испытания. Содержание полимерной серы в полимерсеробитуме составляет 40%. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Физико-механические свойства литых полимерсеро-асфальтобетонных образцов I типа из доломитовых каменных материалов

№	Количество	Водонасыщение, %	Плотность, гр/см ³	Водостойкость, %	Прочность на сжатие, 20 °С, МПа	Прочность на сжатие, 50 °С, МПа	Прочность на сжатие, 70 °С, МПа	Удобность укладки, мм
1	7,7	3,4	2,38	1,1	4,04	1,73	1,03	26,2
2	7,9	2,1	2,33	1,09	3,74	1,7	0,97	25,4
3	8,1	1,5	2,35	0,85	3,21	1,74	1,14	27,7
4	8,3	0,87	2,34	0,91	3,44	1,8	0,84	28,9
5	8,5	0,69	2,43	0,9	3,36	1,75	0,92	30,7
6	8,7	0,31	2,41	1,02	2,81	1,6	0,63	31,5
7	8,9	0,24	2,44	0,99	3,21	1,84	0,68	32,1

4-установлено, что образцы, изготовленные на основе состава, обладают высокими физико-механическими свойствами, и оптимальный состав состоит из:

Щебень	
10-20	9,17%
5-10	32,095%
Песок	36,68%
Минеральный порошок	13,755%
Серополимерный битум	8,3%.

Определены физико-механические свойства гранитных каменных материалов и разработан гранулометрический состав литого полимерсероасфальтобетонного минерального материала I типа (рис. 1).

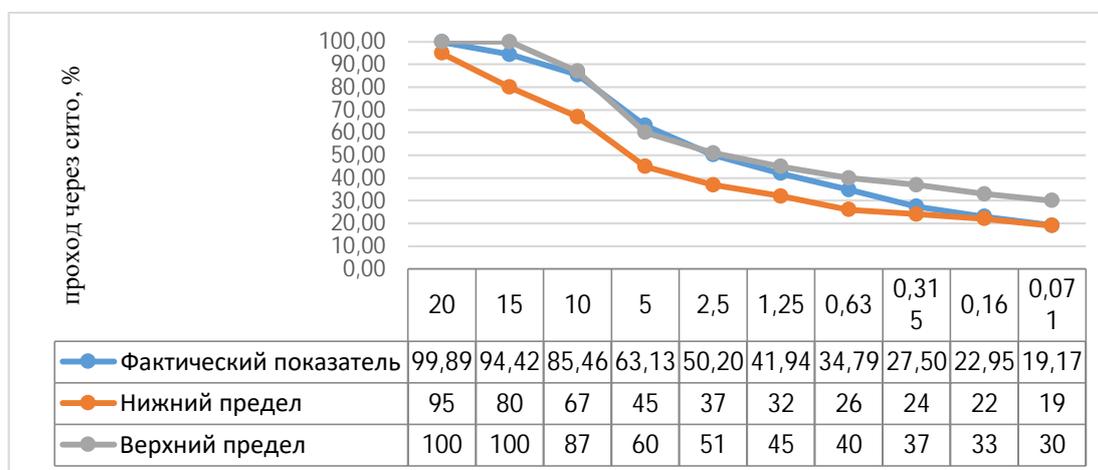


Рис. 1. Зерновой состав гранитных каменных материалов для I типа.

С целью определения количества связующего в смеси при разработке оптимального состава литой полимерсероасфальтобетонной смеси I типа с использованием разработанного гранулированного состава были подготовлены образцы на основе 7 составов и проведены лабораторные испытания. Содержание полимерной серы в полимерсеробитуме в смеси составляет 40%. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Физико-механические свойства литого полимерсеросодержащего асфальтобетона I типа из гранитных каменных материалов

№	Количество вяжущего, %	Водонасыщение, %	Водостойкость, %	Прочность на сжатие, 20 °С, МПа	Прочность на сжатие, 50 °С, МПа	Прочность на сжатие, 60 °С, МПа	Прочность на сжатие, 70 °С, МПа
1	7,7	0,52	0,81	2,62	1,35	1,14	0,89
2	7,9	0,42	0,83	2,69	1,38	1,12	0,91
3	8,1	0,15	1,03	2,68	1,39	1,18	0,93
4	8,3	0,04	0,95	2,63	1,23	1,11	0,94
5	8,5	0,13	0,84	2,81	1,16	0,98	0,85
6	8,7	0,09	0,9	2,55	1,04	0,89	0,78
7	8,9	0,14	0,87	2,48	0,97	0,85	0,75

Определены высокие физико-механические свойства образцов, изготовленных на основе вышеуказанного 4-го состава, и оптимальный состав был следующим:

Щебень

10-20 13,75%

5-10 27,51%

Песок 32,095%

Минеральный порошок 18,34%

полимерсеробитум 8,3%.

Физико-механические свойства гранулированных каменных материалов были определены в результате лабораторных испытаний в соответствии с требованиями нормативного документа, и с целью разработки оптимального состава литого полимерсероасфальтобетона II типа был разработан гранулированный состав минеральных материалов (рис. 3).

Летом температура на асфальтобетонных покрытиях наблюдается выше 70 °С. Поэтому в лабораторных условиях были проведены измерения показателей водопоглощения, водостойкости, прочности на разрыв, прочности на сжатие при температурах 50 °С, 60 °С и 70 °С литой полимерсероасфальтобетонной смеси.

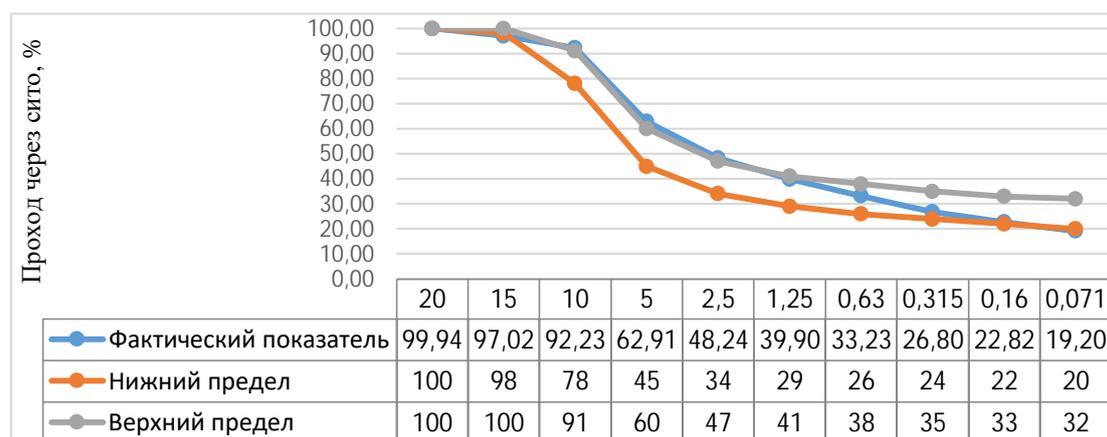


Рис. 2. Зерновой состав гранитных каменных материалов для II типа.

С целью определения оптимального количества связующего в смеси при разработке состава литой полимерсероасфальтобетонной смеси II типа с использованием разработанного гранулометрического состава были подготовлены образцы на основе 5 составов и проведены лабораторные испытания. Содержание полимерной серы в полимерсернистом битуме в смеси составляет 40%. Результаты испытаний приведены в таблице 6.

С целью разработки оптимального состава литой полимерсероасфальтобетонной смеси II типа с использованием разработанного гранулометрического состава из гранитных каменных материалов были подготовлены образцы и проведены лабораторные испытания на основе 5 различных составов. Содержание полимерной серы в полимерсеробитуме составляет 40%. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6.

**Физико-механические свойства литого полимерсерного
асфальтобетона II типа**

№	Количество вяжущего, %	Водонасыщение, %	Водостойкость, %	Прочность на сжатие, 20 °С, МПа	Прочность на сжатие, 50 °С, МПа	Прочность на сжатие, 60 °С, МПа	Прочность на сжатие, 70 °С, МПа	Прочность на сжатие, 0 °С, МПа	Трещина стойкости, МПа	Удобоукладивимость, мм
1	8,7	0,29	0,91	2,22	1,07	0,98	0,77	6,31	12,97	27
2	8,9	0,11	0,85	2,78	1,38	1,19	1,06	7,53	13,27	31
3	9,1	0,17	0,95	2,13	1,06	0,81	0,76	8,0	10,28	33
4	9,3	0,14	0,73	2,31	0,9	0,78	0,69	5,7	10,12	32
5	9,5	0,12	0,81	2,14	0,82	0,74	0,71	5,8	10,14	33

Установлено, что для оптимального состава литого полимерсероасфальтобетона II типа нормативное содержание полимерсеробитума составляет 8,9%. С использованием состава, разработанного для II типа, были приготовлены образцы с добавлением серы в состав вяжущего в долях до 40% и определены их физико-механические свойства. Для разработанного состава эксплуатационные показатели покрытия продемонстрировали наилучший результат при содержании 8,9% вяжущего с 40% полимерной серы.

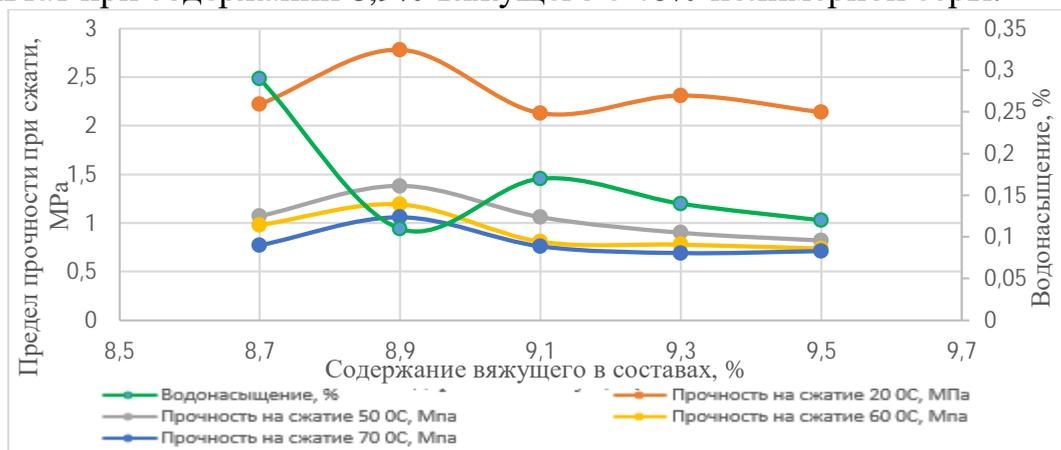


Рис. 3. Зависимость водонасыщения и прочности на сжатие от температуры и количества вяжущего, II тип

Трещина стойкость образца, изготовленного из состава с содержанием полимерсернистого битума 8,9% для II типа, составила 13,27 МПа.

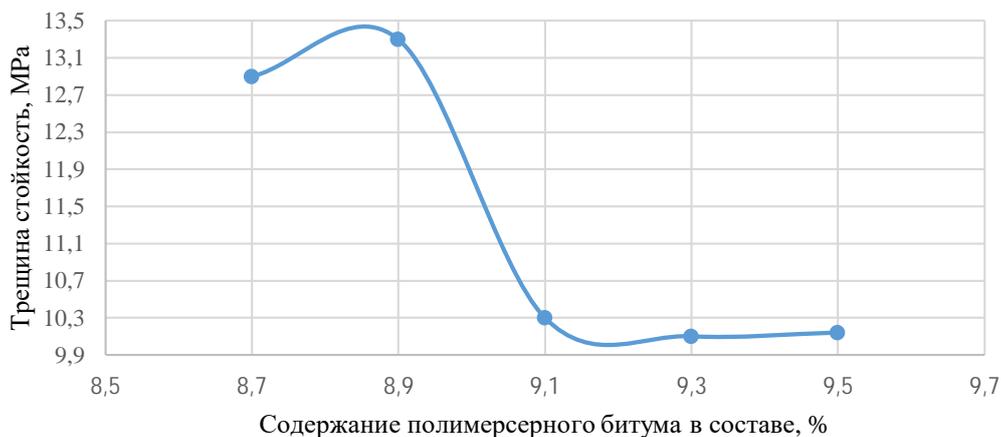


Рис. 4. II тип, стойкость образцов на трещина.

Физико-механические свойства литого полимерсеросодержащего асфальтобетона II типа были сопоставлены с литым асфальтобетоном, изготовленным из битума БНД 60/90, требованиями ПНСТ 266-2018, а также с результатами ранее проведенных научно-исследовательских работ:

Таблица 7.

Таблица сравнения физико-механических свойств образцов литого полимерсероасфальтобетона с результатами предыдущих научных исследований

№	Наименование физико-механических свойств	Состав, разработанный автором	Требование ПНСТ 266-2018	В научной работе В.В.Пронина	В научной работе С.А. Королева	В научной работе А.А.Котельяревского
1	Прочность на сжатие, 20 °С, МПа	2,78	2,5	2,3	2,52	2,58
2	Прочность на сжатие, 50 °С, МПа	1,38	1	0,8	1,15	1,25
3	Прочность на сжатие, 70 °С, МПа	1,06	-	-	-	-
4	Прочность на сжатие, 0 °С, МПа	7,53	6,0	7,0	6,9	7,5
5	Водостойкость, %	0,95	0,85	0,87	0,88	0,9
6	Водонасыщение, %	0,043	0,5	0,28	0,38	0,6
7	Удобно укладивимость, см	3,2	3	3	2,9	2,9

Как видно из результатов, представленных в таблице 7 выше, количество полимерсеробитума (ПСБ) для литого полимерсероасфальтобетона II типа составляет 8,9%. Для II типа были приготовлены образцы с добавлением полимерной серы в долях до 40% при содержании связующего в смеси 8,9%. Для оптимального состава эксплуатационные

показатели покрытия достигли наивысшего уровня при содержании 40% полимерной серы в полимерсеробитуме.

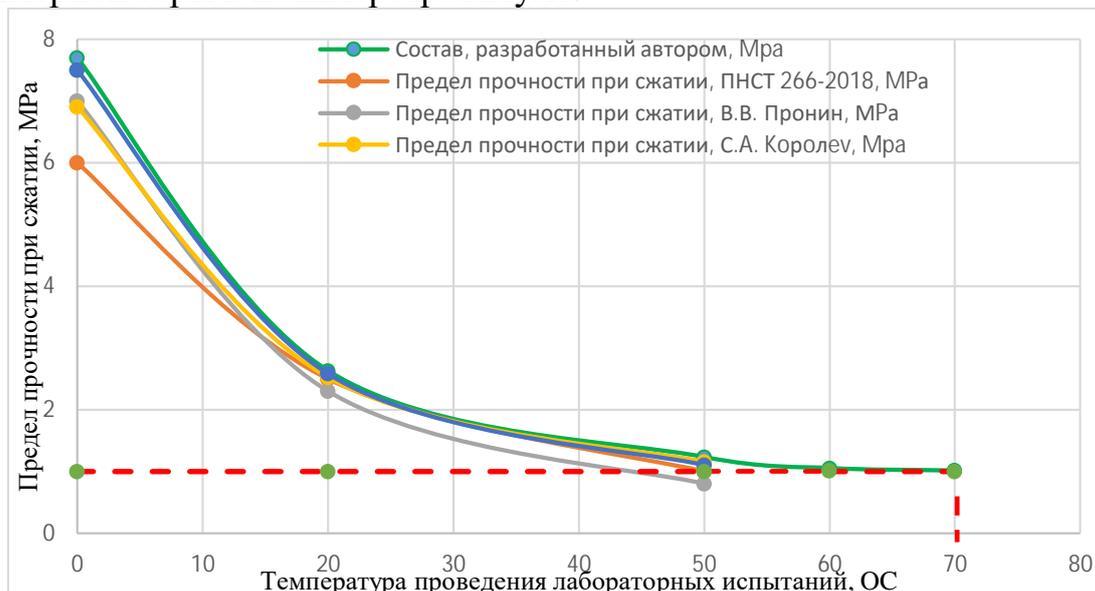


Рис. 5. График сравнения физико-механических свойств образцов литого полимерсероасфальтобетона, состав которого разработан автором, с результатами предыдущих научных исследований.

Согласно требованиям нормативных документов, предел прочности при сжатии при температуре 50°C должен составлять 1 МПа, а для температуры 70°C требование не указано. В разработанном составе достигнут предел прочности при сжатии 1,38 МПа при температуре 50°C и 1,06 МПа при температуре 70°C.

Образцы, изготовленные на основе вышеуказанного 2-го состава, показали высокие показатели водопоглощения, водостойкости, трещиностойкости, прочности на сжатие при температурах 0 °C, 20 °C, 50° C, 60 °C, 70 °C. Оптимальный состав был следующим:

Щебень	
10-20	7,288%
5-10	36,44%
Песок	29,152%
Минеральный порошок	18,22%
Полимерсеробитум	8,9%.

С целью разработки оптимального состава литой полимерсеробетонной асфальтобетонной смеси III типа с использованием разработанного гранулированного состава из гранитных каменных материалов были подготовлены образцы и проведены лабораторные испытания на основе 8 различных составов. Содержание полимерной серы в битуме с полимерной серой в смеси составляет 40%. Результаты представлены в таблице 8.

Таблица 8.

Физико-механические свойства литого полимерсерного асфальтобетона III типа

№	Количество вяжущего, %	Водонасыщение, %	Водостойкость, %	Прочность на сжатие, 20 °С, МПа	Прочность на сжатие, 50 °С, МПа	Прочность на сжатие, 60 °С, МПа	Прочность на сжатие, 70 °С, МПа	Прочность на сжатие, 0 °С, МПа	Трещиностойкость, МПа	Удобоукладивимость, мм
1	9,9	1,15	0,87	2,61	1,22	1,02	0,86	6,9	12,37	24
2	10,3	0,79	0,82	2,75	1,08	0,91	0,79	7,31	10,94	28
3	10,7	0,52	0,83	2,68	0,97	0,82	0,73	7,15	10,56	29
4	11,1	0,21	0,98	2,11	0,89	0,68	0,51	6,6	10,39	31
5	11,5	0,22	0,84	2,21	0,82	0,64	0,48	5,78	9,84	32
6	11,9	0,23	0,79	1,84	0,73	0,56	0,45	4,75	9,24	33
7	12,3	0,14	0,94	1,75	0,69	0,49	0,46	5,24	8,92	34
8	12,7	0,16	0,95	1,55	0,65	0,51	0,45	5,58	8,48	32

Установлено, что для оптимального состава литой полимерсеро асфальтобетонной смеси III типа с содержанием модифицированной серы в составе связующего 40%, количество связующего составляет 10,3%.

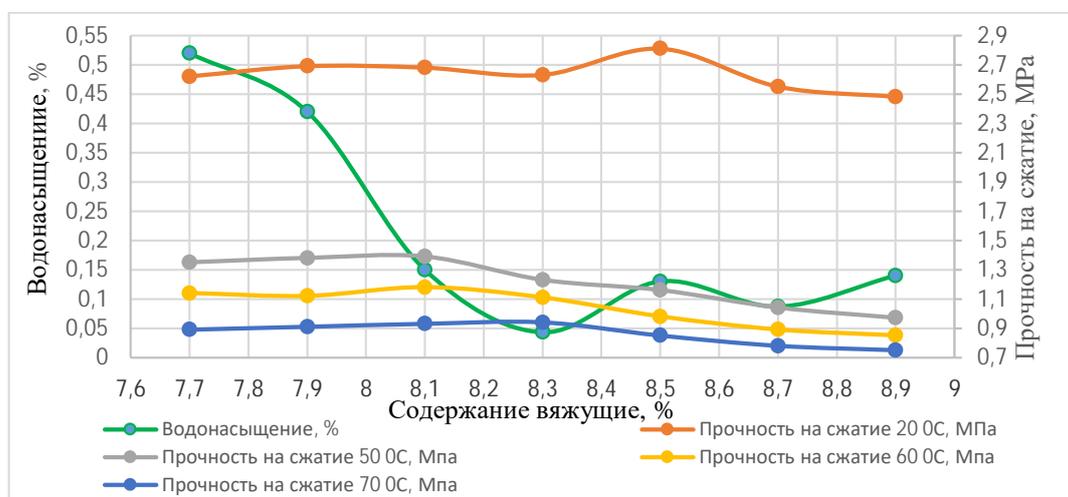


Рис. 6. Анализ свойств образцов в вышеуказанных составах. III тип.

При анализе физико-механических свойств образцов литого полимерсеро асфальтобетона III типа было установлено, что физико-механические свойства зависят от количества полимерной серы в составе связующего в смеси. Физико-механические свойства образцов были исследованы путем добавления полимерной серы в состав связующего в долях до 40% при содержании полимерсерного битума в смеси 10,3%. В результате проведенных исследований было установлено, что для состава, разработанного для III типа, при содержании полимерсеробитума 10,3% и доле полимерной серы в составе связующего 40%, эксплуатационные показатели покрытия показывают наилучшие результаты.

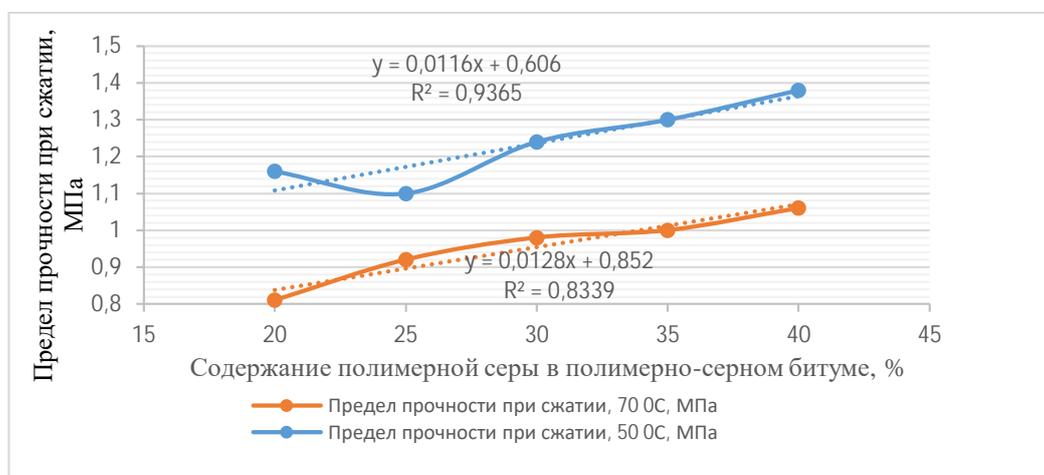


Рис. 7. Закономерность зависимости прочности при сжатии литого полимерсероасфальтобетона III типа от количества полимерной серы.

Образцы, изготовленные на основе вышеуказанного 2-го состава, показали высокие показатели водопоглощения, водостойкости, трещиностойкости, прочности на сжатие при температурах 0 °С, 20 °С, 50 °С, 60 °С, 70 °С. Оптимальный состав был следующим:

Щебень 5-10	8,97%
Песок	61,893%
Минеральный порошок	18,837%
Полимерсеробитум	10,3%.

При анализе физико-механических показателей литого полимерсероасфальтобетона установлено, что эксплуатационные показатели покрытия зависят от физико-механических свойств вяжущих и минеральных материалов, зернистого состава и оптимального состава раствора.

В лабораторных условиях установлено, что глубина колеи в литом полимерсерном асфальтобетонном покрытии при температуре 50 °С составляет 3,5 мм для I типа и 3,8 мм для II типа, при температуре 60 °С - 3,7 мм для I типа и 3,9 мм для II типа, при температуре 70 °С - 4,0 мм для I типа и 4,1 мм для II типа. Полученные результаты удовлетворяют требованиям нормативного документа.

С целью совершенствования способа повышения эксплуатационных показателей асфальтобетонных покрытий полимерсеру модифицировали битумом с содержанием полимеризации 42%, и температура размягчения полимерсерного битума была доведена до 70 °С. Определены физико-механические свойства минеральных материалов Сайхунского и Акташского ТМЗ нашей республики и разработан гранулометрический состав. Разработан новый усовершенствованный состав литого полимерсероасфальтобетона I, II, III типов путем применения в оптимальном количестве полимерсеробитума в разработанном гранулированном составе и достигнуто повышение эксплуатационных показателей покрытия при высоких температурах.

В четвертой главе диссертации «Технология производства литой полимерсероасфальтобетонной смеси в высокотемпературных условиях эксплуатации и ее экономическая эффективность» приведены сведения о технологии устранения токсичных газов, выделяющихся в окружающую среду

в процессе приготовления полимерсерного битума в литой полимерсероасфальтобетонной смеси, технологии производства смеси и экономической эффективности.

Модификация серы является сложным процессом, при правильной организации технологии модификации ее эффективность будет высокой, в противном случае результат будет неэффективным.

Разработано усовершенствованное устройство для правильной организации технологии в процессе модификации и предотвращения воздействия выделяемых токсичных газов на окружающую среду в процессе модификации серы.



Рис. 8. Усовершенствованное устройство для модификации серы.

1. Управляющий ящик и его составные части. 2. Основная емкость реактора и его части: 3. Приемник токсичных газов, выделяемых в процессе модификации 1 — емкость и ее части; 4. Приемник токсичных газов, выделяемых в процессе модификации 2 — емкость и ее части; 5. Вакуумный насос и его части.

Пользование устройством осуществляется по следующей инструкции:

Перед эксплуатацией устройства проверяется его техническое состояние.

После контроля устройство приводится в рабочее состояние с помощью кнопки «старт». Через управляющую часть реактора настраивается оптимальная температура для процесса модификации и скорость вращения реакторного барабана (1).

Модифицируемую серу загружают в основную ёмкость реактора. После того как сера становится жидкой, в нее добавляют необходимое количество модификатора. Вещества в емкости нагреваются и перемешиваются в течение определенного времени (2).

Выходящие в процессе модификации H_2S - сульфид водорода, SO_2 - оксид серы 4 токсичные газы отсасываются вакуумным насосом в емкость 2. Здесь H_2S -сернистый водород, SO_2 -сернистый газ частично 4 поглощаются нейтрализующим химическим раствором в 3 - слойном устройстве (3).

H_2S - сероводород, SO_2 - диоксид серы и остальная часть газов всасываются через вакуумный насос в емкость 3, принимающую сернистые

газы. Здесь H_2S - сероводород и SO_2 - диоксид серы полностью поглощаются нейтрализующим химическим раствором в двухслойном устройстве (4).

После завершения процесса модификации устройство отключается нажатием кнопки «stop» и раствор модифицированной серы сливается в специальный сосуд через сливной кран (2) основной емкости.

Собранные во второй и третьей емкостях H_2S - сероводород и SO_2 - диоксид серы используются в промышленности: в качестве сырья для получения полисульфидного каучука и в качестве средства защиты растений от вредителей.

С помощью этого устройства при модификации серы предотвращается воздействие сернистых газов, выделяющихся в процессе модификации, на экологию и окружающую среду.

Основной причиной редкого использования серы в дорожном строительстве является воздействие выделяемых из нее ядовитых газов. Эта усовершенствованная технология служит решением вышеуказанной проблемы. Это позволяет нам повысить эксплуатационные показатели асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог за счет широкого использования серы в дорожном строительстве.

Технологический регламент литого полимерсерного асфальтобетона включает следующие 3 части:

1. Приготовление литой полимерсероасфальтобетонной смеси:

- подготовка асфальтомешального завода;
- изготовление литой полимерсероасфальтобетонной смеси;
- подготовка асфальтобетонного завода;
- изготовление модифицированного полимерсеробитума;
- подготовку и выгрузку минерального порошка ;
- загрузка и предварительная дозировка песка и щебня в агрегате;
- доставка через конвейер или холодный элеватор с точностью до 5% к сушильному барабану;
- сушку и нагрев песка и щебня в сушильном барабане и подачу их в горячем состоянии в сортировочное устройство с помощью ленты;
- фракционирование нагретого песка и щебня и заполнение соответствующих разделов горячего бункера фракциями песка и щебня;
- дозирование по составу и взвешивание песчаной фракции, фракций измельченного камня и минерального порошка на расчетной основе в бунке взвешивания;
- перегрузка минеральных материалов из тягового сосуда в миксер;
- сухое перемешивание минеральных материалов;
- дозирование модифицированного полимерсеробитума и залив его в миксер;
- смешивание минеральных материалов с полимерсеробитумом.

2. Доставка литой полимерсероасфальтобетонной смеси в зону дорожного строительства осуществляется:

- загрузка раствора в кохер при температуре не выше 165 °С.
- с помощью кохера загрузка смеси в укладчик для литого асфальта при температуре не менее 160 °С.

3. Укладка литого полимерсероасфальтобетонного покрытия:

- укладка смеси с помощью укладчика при температуре не ниже 150 °С;
- движение по новому или отремонтированному покрытию разрешается через 60 минут.

Приведем экономическую эффективность литого полимерсероасфальтобетона в 2 этапа:

- экономическая эффективность литой полимерсероасфальтобетонной смеси.

- экономическая эффективность технологии укладки литого полимерсероасфальтобетонного покрытия.

Экономическая эффективность литой полимерсероасфальтобетонной смеси:

Таблица 9

Показатели экономической эффективности 1 тонны литого полимерсероасфальтобетонной смеси I типа с долей битума и серы в составе вяжущего 60/40 по сравнению с литым асфальтобетоном

№	Материалы в литом асфальтобетонном растворе типа ЛПб	Количество (кг)	Стоимость 1 кг материала (сум)	Стоимость расходуемого материала (сум)	Материалы в литой полимерсероасфальтобетонной смеси	Количество (кг)	Стоимость (сум)	Стоимость расходуемого материала
1	Битум 7,885 %	78,85	6 000	473 100	Битум 4,98 %	49,8	6 000	298800
2	Модификатор 0,415 %	4,15	45000	186 750	Модифицированная сера 3,32 %	33,2	785	26 062
3	Щебень 44,7 %	447	70	31 290	Щебень 41,2 %	412	70	28 840
4	Песок 28,5 %	285	70	19 950	Песок 32,16%	321,6	70	22 512
5	Минеральный порошок 18,5 %	185	360	66 600	Минеральный порошок 18,34%	183,4	360	66 024
6	Транспортные расходы			48 686	Транспортные расходы			48 686
7	Расходы на электроэнергию, газ			9 721	Расходы на электроэнергию, газ			9 721
8	Расходы на услуги АБЗ			58 435	Расходы на услуги АБЗ			58 435
	Всего	100		894532	Всего	1000		559080

Стоимость 1 тонны литой асфальтобетонной смеси I типа составляет 894 532 суммов;

Стоимость 1 тонны литой полимерсеро-асфальтобетонной смеси I типа с долей битума и полимерсеры 60/40 составила 559 080 суммов.

Если сравнить технологию укладки литого асфальтобетона площадью $S = 10\,000$ кв.м с технологией укладки литого полимерсероасфальтобетонной смеси с содержанием модифицированной полимерсеры 40% в составе вяжущего, то общая экономическая эффективность будет равна:

1. Рассчитаем стоимость литого асфальтобетонной смеси, расходуемого на покрытие высотой $h=0,05$ м;

$$B_{q.a.q} = m * B = 1200 * 894\,532 = 1\,073\,438\,400 \text{ суммов.} \quad (1)$$

Здесь,

$B_{q.a.q}$ – общая стоимость расходуемого литого асфальтобетонной смеси, суммов,

m — общая масса расходуемой литой асфальтобетонной смеси, Т

B – цена 1 тонны литого асфальтобетона, суммов.

2. Рассчитаем стоимость литого полимерсерно-асфальтобетонного смеси, расходуемого на укладку покрытия высотой 0,05 м;

$$B_{q.o.a.q} = m * B = 1200 * 559\,080 = 670\,896\,000 \text{ суммов.} \quad (2)$$

Здесь,

$B_{q.o.a.q}$ – общая стоимость расходуемого литого полимерсерного асфальтобетонной смеси, суммов,

m — общая масса расходуемой литой полимерсерной асфальтобетонной смеси, Т

B – цена 1 тонны литого полимерсерного асфальтобетона, суммов.

Экономическая эффективность равна:

$$\Sigma I = B_{q.a.q} - B_{q.p.a.q} = 1\,073\,438\,400 - 670\,896\,000 = 402\,542\,400 \text{ суммов.} \quad (3)$$

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему «Совершенствование способа повышения эксплуатационных показателей литого полимерсероасфальтобетонного покрытия» были сделаны следующие выводы:

1. Из результатов вышеизложенного анализа следует, что недостаточно проведено научных работ по повышению устойчивости литого серо асфальтобетона к высоким температурам. В Узбекистане и Центральной Азии научные исследования по повышению устойчивости литого серо асфальтобетона к высоким температурам не проводились.

2. При анализе технологий модификации серы были выявлены недостатки существующих технологий и с целью их устранения был подготовлен специальный реактор, определены оптимальная температура, время модификации, оптимальная скорость вращения барабана реактора и

усовершенствованы существующие технологии (температура реактора 175 °С, скорость вращения 200 об/мин).

3. В процессе модификации сера, являющаяся местным вторичным продуктом, была модифицирована модификатором М4 с использованием технологии удаления токсичных газов, выделяющихся в окружающую среду, и степень полимеризации модифицированной серы составила 42%.

4. При модификации полимерной серы, модифицированной местным модификатором марки М4, битумом, при содержании полимерной серы в составе связующего 40%, температура размягчения полимерсеробитума повысилась с 46 °С до 70 °С.

5. При анализе эксплуатационных показателей литого полимерсероасфальтобетона установлено, что эксплуатационные показатели покрытия зависят, прежде всего, от физико-механических свойств минеральных материалов, гранулометрического состава и оптимального состава смеси.

6. Разработан новый усовершенствованный состав литого полимерсероасфальтобетона I, II, III типов, с эксплуатационными показателями: прочность покрытия на сжатие при температуре 50 °С - 1,38 МПа, при температуре 70 °С - 1,06 МПа, водостойкость - 0,95, глубина колеи при температуре 50 °С - 3,5 мм, при температуре 70 °С - 4,0 мм, трещиностойкость - 13,27 МПа.

7. Определены и проанализированы физико-механические свойства образцов с добавлением полимерной серы в литую полимерсероасфальтобетонную смесь в пропорциях от 5% до 40% от содержания связующего. Установлено, что эксплуатационные показатели покрытия имеют наилучшие результаты при разработанном составе литой полимерсероасфальтобетонной смеси I, II, III типов, при доле полимерной серы в составе связующего 40%.

8. Оценена экономическая эффективность за счет усовершенствования существующего метода для литого сероасфальтобетона I типа, при этом экономическая эффективность в 402 542 400 (четыреста два миллиона пятьсот сорок две тысячи четыреста) суммов достигается за счет применения литого полимерсероасфальтобетона при укладке покрытия площадью 10 000 м² и толщиной 5 см.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.15/31.08.2022.T.73.05 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT STATE TRANSPORT
UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

TILAKOV SUKHROB MUKHAMMADIYEVICH

**IMPROVING THE METHOD OF INCREASING THE PERFORMANCE
INDICATORS OF CAST POLYMER-SULFUR ASPHALT CONCRETE
PAVEMENT**

**05.09.02-“Geotechnics” (on the directions of the road, digitalization of roads and road
safety. Road telematics)**

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

Tashkent - 2024

The theme of doctor the philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under number B2024.4.PhD/T5010.

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 www.tstu.uz and on the website of “ZiyoNet” Information and educational portal www.ziynet.uz.

Scientific consultant:

Sadikov Ibragim Salixovich

doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Axmedov Sherzod Baxodirovich

doctor of philosophy (PhD), docent

Qosimov Ibrohim Irkinovich

doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

Namangan engineering - construction institute

The defense will take place “____” _____ 2024 at ____ at the meeting of Scientific council No. PhD.15/31.08.2022.T.73.05 at Tashkent State Transport University (Address: 100167, Tashkent, st. Temiryulchilar, 1. Tel./fax: (99871) 293-57-54, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent State Transport University (is registered number No.____). (Address: 100167, Tashkent, st. Temiryulchilar, 1. Tel./fax: (99871) 293-57-54, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru)

Abstract of the dissertation sent out on “____” _____ 2024 y.
(mailing report No. ____ on “____” _____ 2024 y.)

A.X. Urokov

Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees, doctor of
technical sciences, professor

R.M. Hudaykulov

Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees, doctor of
philosophy, professor

K.X. Azizov

Deputy chairman of the
academic seminar under the scientific council
awarding scientific degrees, candidate of technical
sciences, professor

Introduction (abstract to the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD))

The aim of the research is to improve the method of increasing the operational performance of cast polymer-sulfur asphalt concrete pavements in order to increase the resistance of asphalt concrete pavements to high temperatures.

Research objectives:

analysis of technologies for the use of cast polymer-sulfur asphalt concrete on roads;

development of a technology for producing modified polymer sulfur and analysis of its properties;

development of a technology for obtaining modified sulfur bitumen and improving the physical and mechanical properties of the binder;

development of a new composition of high-temperature-resistant cast polymer-sulfur asphalt concrete and improvement of the method of increasing its operational performance;

assessment of the economic efficiency of high-temperature-resistant cast polymer-sulfur asphalt concrete.

The object of study work is bitumen modified with polymerized sulfur, cast polymer-sulfur asphalt concrete mixture.

The scientific novelty of the research is as follows:

- as a result of modifying local sulfur with an M4 grade modifier using a toxic gas elimination technology, the degree of polymerization of the modified sulfur increased to 42%;

- for the construction and repair of road pavement, a new building material with high strength, crack resistance, and heat resistance cast polymer-sulfur asphalt concrete was developed;

- using the newly developed composition, it was possible to enhance the required performance indicators of cast polymer-sulfur asphalt concrete pavements, such as resistance to rutting, water resistance, and resistance to high temperatures;

- as a result of the research, the patterns of influence of the main composition and technological factors (polymer-sulfur composition, preparation temperature, type and quantity of modifier) on the physical-mechanical and operational characteristics of cast polymer-sulfur asphalt concrete have been established.

The practical results of study are as follows:

- a technological regulation for the production of cast polymer-sulfur asphalt concrete mixture has been developed;

- the results of scientific research were used in the development of departmental building norms of the IKN 82-2024 “Instructions for the repair of roads of general use in the winter season” in the sections “Binding materials”, “Found sulfur asphalt concrete”, “Methods of repair of potholes on asphalt concrete pavements of roads”;

- an optimal grain composition with improved performance indicators for types I, II, and III of cast polymer-sulfur-containing asphalt concrete mix has been developed;

- the economic efficiency of using an improved method of cast polymer-sulfur asphalt concrete to increase the performance of asphalt concrete pavements has been evaluated.

Scientific and practical significance of research results. The scientific significance of the research results is explained by the fact that the reasons for the decrease in the performance properties of asphalt concrete pavements under the influence of high temperatures were determined as a result of the analysis and the method of improving the performance indicators of cast polymer-sulfur asphalt concrete pavements was improved in order to improve the performance properties of asphalt concrete pavements.

The practical significance of the research results lies in the application of the cast polymer-sulfur asphalt concrete mixture, prepared based on the developed composition. This mixture enhances the high-temperature resistance of the through various applications: as a waterproofing layer and surface material for highway bridges, as the top layer in the construction and repair of asphalt concrete surfaces on highways, in the construction of pedestrian paths, and for repairing potholes in asphalt concrete road surface courses during cold winter days with temperatures as low as -10°C .

Appobation of research results. The results of this study were presented and discussed at 2 international (including 1 conference included in the "Scopus") and 5 republican scientific-practical conferences.

Publication of research results. A total of 14 scientific works have been published on the dissertation topic, including 7 journal articles, of which 3 were published in republican journals and 4 in foreign journals recommended by The Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of the main scientific results of doctoral dissertations.

The contents and volume of the dissertation . The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The total volume of the dissertation is 115 pages.

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

I bo'lim (I часть; I-part)

1. S.M.Tilakov, I.S.Sodiqov, A.T.Mamatmuminov, "Quyma seroasfaltbetonning chet el tajribasini tahlil qilib O'zbekiston sharoitida qo'llash" Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand Davlat Arxitektura-Qurilish Universitetining, "Me'morchilik va qurilish muammolari" ilmiy-texnik jurnali, 2022 yil. № 1, B-35-37. (05.00.00, №14).

2. I.S.Sodiqov, S.M.Tilakov, E.S.Sottiqulov, A.T.Mamatmuminov, "Serobitum tayyorlash texnologiyasini takomillashtirish" Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand Davlat Arxitektura-Qurilish Universitetining, "Me'morchilik va qurilish muammolari" ilmiy-texnik jurnali, 2022 yil. № 3, B-104-107. (05.00.00, №14).

3. S.M.Tilakov, S.Sodiqov, A.T.Mamatmuminov, "Yuqori haroratga chidamli modifikatsiyalangan oltingugurtli bitumni tayyorlash jarayonida reaktordagi haroratning ahamiyati" Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand Davlat Arxitektura-Qurilish Universitetining, "Me'morchilik va qurilish muammolari" ilmiy-texnik jurnali, 2023 yil. № 2, B-158-161. (05.00.00, №14).

4. I.S.Sodiqov, S.M.Tilakov, Sh.X.Buriyev, A.T.Mamatmuminov, "The method of improving the physical-mechanical properties of high temperature-resistant cast gold-sulfur asphalt concrete", "The scientific journal of vehicles and roads", Vol 2023. Special issue, page 27-35. Available at: <http://transportjournals.uz/>. (05.09.00, №15).

5. С.М.Тилаков, И.С.Содиков, А.Т.Маматмуминов, И.Б.Хошимов, "Повышения температурной устойчивости литой сера асфальтобетонных покрытий" Universum-технические наук, 2024 yil. № 2, B-2 (119), ст. 64-68. Available at: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/16885>. (05.00.00, №1).

6. S.M.Tilakov, I.S.Sodiqov, E.S.Sottiqulov, A.T.Mamatmuminov, "Advantages of using the new technology of cast sulfur asphalt concrete under conditions of high-temperature operation", "The scientific journal of vehicles and roads", Vol 2024. Issue 3, page 110-115. Available at: <http://transportjournals.uz/>. (05.09.00, №15).

7. S.M.Tilakov, I.S.Sodiqov, "Effectiveness of cast polymer-sulfur asphalt concrete technology for operational conditions with high temperatures" European journal of Emerging Technology and Discoveries ISSN (E): 2938-3617, Volume 2, Issue 10, October-2024, page 67-74. Available at: <https://europeanscience.org/index.php/1/article/view/980>. (№11, ResearchBib IF=9.66).

II bo‘lim (II часть; II part)

8. S.M.Tilakov, I.S.Sodikov, Э.С.Соттикулов, А.Т.Маматмуминов, “Анализ и применение технологии сероасфальтобетона на автомобильных дорогах Республики Узбекистан”, Минск БНТУ. Дорожное строительство и его инженерное обеспечение материалы III международной научно-технической конференции-6, 27-28 октября, 2022 год. ст. 34-38.

9. S.M.Tilakov, I.S.Sodiqov, A.Karabayev, “Modifikatsiyalangan serobitum tayyorlashning yangi texnologiyasi”, Toshkent davlat transport universitetida “Credo majmuasida axborotni modellashtirish texnologiyalari” mavzusida xorijiy hamkorlar ishtirokidagi ilmiy - amaliy anjuman, 2022 yil. B-42-44.

10. I.S.Sodiqov, S.M.Tilakov, A.T.Mamatmuminov, “Avtomobil yo‘llaridagi harakat xavfsizligini ta‘minlashda quyma oltingugurtli asfaltbeton texnologiyasining o‘rni” Termiz muhandislik-texnologiya institutida “Transport tizimlariga innovatsion texnologiyalarni joriy etish” mavzusidagi Respublika miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman. 9-iyun, 2023 yil. B-34-38.

11. S.M.Tilakov, I.S.Sodiqov, E.S.Sottiqulov, A.T.Mamatmuminov, “Asfaltbeton qoplamalarining yuqori haroratga chidamliligini oshirishda modifikatsiyalangan oltingugurtning o‘rni”, Namangan muhandislik-qurilish institutida “Fan va innovatsiya – 2023: Rivojlanish va ustuvor yo‘nalishlari” mavzusidagi Respublika miqyosidagi ilmiy - amaliy konferensiya. 20 – 22 oktabr, 2023 yil. B – 60-64.

12. I.S.Sodiqov, S.M.Tilakov, E.S.Sottiqulov, A.T.Mamatmuminov, “Avtomobil yo‘llari asfaltbeton qoplamalarini qurishda quyma oltingugurtli asfaltbeton texnologiyasini qo‘llashning afzalliklari”, Mirzo Ulug‘bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish universitetida “Arxitektura-qurilish sohalarida kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirishning dolzarb muammolari” mavzusidagi xalqaro ilmiy - amaliy anjuman. 2023 yil. B - 426-431.

13. S.M.Tilakov, I.S.Sadikov, R.Soataliyev, A.T.Mamatmuminov, “An effective technology for producing modified sulfur bitumen”, AIP Conference Proceedings.12 march, 2024. Page 050035-1-050035-5. Available at: <https://doi.org/10.1063/5.0197372>.

14. I.S.Sodiqov, S.M.Tilakov, “Asfaltbeton qoplamalarini yotqizish jarayonida atrof muhitga chiqayotgan zaharli gazlar miqdorini kamaytirish texnologiyasi” Termiz muhandislik - texnologiya institutida “Respublikamizda ekologiya va hayot faoliyati xavfsizligi muammolari va yechimlari” mavzusidagi Respublika ilmiy - texnik anjuman. 17-aprel, 2024 yil. B - 180 - 185.