

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

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

BURIYEV SHUHRAT XAMIDOVICH

**YUQORI HARORATLI EKSPLUATATSIYA SHAROITIDA YO‘LNING
ASFALTBETON QOPLAMASI CHIDAMLILIGINI 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-2023

**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**

Buriyev Shuhrat Xamidovich

Yuqori haroratli ekspluatatsiya sharoitida yo‘lning asfaltbeton qoplamasi
chidamliligini oshirish usulini takomillashtirish.....3

Буриев Шухрат Хамидович

Усовершенствование метода повышения долговечности асфальтобетонного
покрытия дороги при высокотемпературных условиях эксплуатации25

Buriev Shuhrat Khamidovich

Improvement of the method of increasing the durability of asphalt concrete road
pavement under high-temperature operating conditions49

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works.....53

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

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

BURIYEV SHUHRAT XAMIDOVICH

**YUQORI HARORATLI EKSPLUATATSIYA SHAROITIDA YO‘LNING
ASFALTBETON QOPLAMASI CHIDAMLILIGINI 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-2023

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2022.3.PhD/T3183 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:

Sadiqov Ibragim Salihovich

Texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Axmedov Sherzod Baxodirovich

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori PhD dotsent

Qosimov Ibrohim Irkinovich

Texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Jizzax politexnika instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat transport universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi PhD.15/31.08.2022.T.73.05 raqamli ilmiy kengashning 2023 yil "___" ___ soat ___ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100167, Toshkent, Odilxojayev 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'lichilar ko'chasi 1-uy. Tel./faks: (998-71) 277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Dissertatsiya avtoreferati 2023 yil "___" _____ kuni tarqatilgan.
(2023 yil "___" ___ dagi ___-raqamli reyestr bayonnomasi).

A.X.Urokov,

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

R.M.Xudayqulov,

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash kotibi, PhD, professor

M.M. Miralimov

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

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda avtomobil yo‘llariga bo‘lgan talab kundan kunga oshib bormoqda. Shu jumladan global iqlimiy muammolar natijasida asfaltbeton qoplamalarining yoz oylarida qoplama harorati 70-80 °C ko‘tarilishi natijasida yo‘llarda plastik deformatsiyalarning hosil bo‘lishiga olib kelmoqda. Hozirgi kunda rivojlangan mamlakatlarda transportga bo‘lgan talabning ortib borishi sababli, yirik yo‘l tarmoqlarini shakllantirish 20-asrga xos bo‘lgan bo‘lib, hozirda ushbu mamlakatlarning avtomobil yo‘llarini boshqarish korxonalarini asosiy strategik vazifalarni yangi yo‘l infratuzilmalarini loyihalash va qurishdan mavjud yo‘l tarmoqlari holatini yo‘ldan foydalanuvchilar talablariga muvofiq holda ushlab turish uchun ta‘mirlash va saqlash ishlarini samarali rejalashtirishga o‘zgartirishgan”¹. Bu borada, jumladan, ushbu mamlakatlarning avtomobil yo‘llarini boshqarish tashkilotlari yo‘l tarmoqlarini kengaytirishda asosiy urg‘uni to‘ldiruvchi sifatida qo‘llanilib kelayotgan mineral kukunlar hozirgi kunda faollashtirilib bitum bilan birikib bog‘lovchi hosil qilish ustida ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Jahonda avtomobil yo‘llarining xizmat muddatini uzaytirish, xususan avtomobil yo‘llarini ekspluatatsiya qilish jarayonida transport-ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini asfaltbeton qorishmalari tarkibidagi yangi energiya tejamkor qurulish materiallarini ishlab chiqish hamda kam xarajat talab qiladigan faollashgan mineral kukunlarni qo‘llash orqali qoplama mustahkamligini oshirish bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu yo‘nalishda, jumladan, avtomobil yo‘llarining yuqori haroratda mustahkamligini oshirishda transport oqimi hamda havo-iqlim omillarining ta‘sirini inobatga olib asfaltbeton qorishmasining tarkibiga mineral kukunlarni qo‘llash bo‘yicha tadqiqotlar ustuvor hisoblanmoqda.

Respublikamizda xalqaro standartlarga javob beradigan avtomobil yo‘llarini loyihalash, qurish va ularning ekspluatatsiya muddatini uzaytirish imkoniyatini beradigan yangi texnologiyalarni ishlab chiqish hamda amalda qo‘llash bo‘yicha keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan, “Yo‘l infratuzilmasini takomillashtirish va avtomobil yo‘llari tarmog‘ini jadal rivojlantirish”² bo‘yicha vazifalar belgilangan. Mazkur vazifalarni amalga oshirishda, xususan, avtomobil yo‘llaridagi yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda asfaltbeton qoplama mustahkamligini oshirishda mahalliy xomashyodan faollashgan mineral kukun olish texnologiyasini ishlab chiqarish muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

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

¹ <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/31891/applsci-08-01041.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

² O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni.

boshqarish tizimini yanada takomillashtirishga oid chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi, PQ-49-sonli “Avtomobil yo‘llari sohasida ochiqlik standartlarini joriy etish va sohada jamoatchilik nazoratini kuchaytirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarorlari 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 Toshkent davlat transport universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq IZ-2020052616 “Asfaltbeton ishlab chiqarishda slanesli tog‘ jinslaridan mineral kukun olish texnologiyasini ishlab chiqish” nomli innovatsion ilmiy tadqiqot loyihalari doirasida bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Xorijiy tadqiqotchilar S.Rejardson, M.H. Al-Saed, E.T. Harrigan, L.H. Csanyi, T.A. Al-Qaisi, G.G. Sofiya, xitoylik olimlar Zhenyang Fan, Xuancang Wang*, Zhuo Zhang va Yi, Arab davlatlaridan A.H. Aljassar, S. Metwali, M.A. Ali, Mustaqil hamdo‘stlik davlatlaridan N.V. Gorelshev, G.S.Baxrax, T.G.Rubiyeva, Volkov Bormiy, I.M. Borshch, A.P Korotayev hamda O‘zbekistondan I.S.Sodiqov, A.M.Karabayev, I.E.Qosimov kabi ko‘plab tadqiqotchilar asfaltbeton qorishmalarida ishlatiladigan mineral kukun bo‘yicha keng qamrovli tadqiqot ishlarini olib borishgan.

Asfaltbeton qorishmalarini tayyorlashda ishlatiladigan mineral kukunlar ohaktosh, dolomit, sanoat chiqindilaridan va boshqa karbonat jinslardan olinadi. Bugungi kunda maydalab, kukunga aylantirish yo‘li bilan olinadigan mineral kukunlar bo‘yicha ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan, lekin slanesli tog‘ jinslaridan olingan mineral kukunlar bo‘yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmagan.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim yoki ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalarini bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya ishi Toshkent davlat transport universitetining “O‘zbekiston Respublikasi tabiiy-iqlim sharoitini hisobga olib, avtomobil yo‘llarining iste‘mol xususiyatlarini yaxshilash metodologiyasi” mavzusi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi yuqori haroratli ekspluatatsiya sharoitida slanesli tog‘ jinslaridan olingan mineral kukunni qo‘llash orqali asfaltbeton qoplamasining chidamliligini oshirish usulini takomillashtirish.

Tadqiqotning vazifalari:

- slanes tog‘ jinsining xususiyatlarini o‘rganish, uning bitum bilan o‘zaro ta‘siri mexanizmi va asfaltbeton qorishmalari tarkibida undan mineral kukun sifatida foydalanish imkoniyatini asoslash;
- slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunning xususiyatlarini o‘rganish;
- slanesli tog‘ jinslaridan faol mineral kukun olish texnologiyasini ishlab chiqarish va olingan faollashgan mineral kukunlarning kimyoviy tarkibi hamda donadorlik tarkibini o‘rganish;

– slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunni asfaltbeton qorishmasi tarkibidagi inert materiallar bilan bitumni bog‘lanishiga va asfaltbeton qorishmasining fizik-mexanik xususiyatlariga ta‘sirini o‘rganish;

– asfaltbeton qorishmaning siqilishga mustahkamligi va siljishga chidamliligi xossalarini o‘rganish hamda bu orqali qoplamada bo‘ylama g‘ildirak izi, surilishi kelib chiqishini tadqiq qilish;

– asfaltbeton qorishmasi tarkibidagi inert materiallarini bitum bilan o‘zaro ta‘sir mexanizmi va ularning o‘rtasidagi maqbul nisbatlarni ishlab chiqish asosida asfaltbetonning xizmat muddatini oshirish usulini takomillashtirish;

– yuqori haroratli ekspluatatsiya sharoitda xizmat qiladigan asfaltbeton ishlab chiqarish uchun slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunni qo‘llanilishini texnik-iqtisodiy asoslash.

Tadqiqotning obyekti avtomobil yo‘llaridagi asfaltbeton qoplamasi.

Tadqiqotning predmeti slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo‘shilgan asfaltbeton qorishmasi.

Tadqiqotning usullari. Eksperimental ta‘dqiqot, laboratoriya sinovlari, matematik statistika, regression tahlil usullari.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

- mineral kukunlarning mikroskop orqali donadorligi va shakli aniqlanib, turli hil donadorlikda asfaltbeton qorishmasiga qo‘shib laboratoriya sinovlari natijasida slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun zarralari shakli va maydalik darajasini asfaltbetonning zichligi, siljishga chidamliligi, siqilishga mustahkamligi, suv shimuvchanligi ko‘rsatkichlari o‘zgarishiga bog‘liqligi aniqlangan;

- slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun bitum bilan birikib, hosil bo‘lgan bog‘lovchini eksperimental ta‘dqiqotlar natijasida inert tosh materiallari bilan yupqa parda ko‘rinishida bog‘lanishi qoplama yuqori haroratda siqilishga mustahkamligini va surilishga chidamliligini oshirishi aniqlangan.

- slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunni qo‘shish bilan, bitumli bog‘lovchi hosil qilinib, asfaltbeton qorishmasining maqbul donadorlik tarkibini tanlash orqali yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda qoplama mustahkamligini oshirish uslubi takomillashtirilgan;

- eksperimental tadqiqotlar natijasida asfaltbeton qorishmaga slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunni qo‘llash orqali, mineral kukunni va bog‘lovchi bitum miqdori kamayishi hisobiga yuqori haroratda surilishga chidamliligi va siqilishga mustahkamligini oshirishga olib keladi va bu bilan ekspluatatsion davrda asfaltbeton qoplamadagi plastik g‘ildirak izlarini yuzaga kelmasligi asoslangan;

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

- slanesli tog‘ jinslaridan faollashgan mineral kukun olish bo‘yicha texnologik reglament ishlab chiqilgan;

- yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda qoplamada g‘ildirak izlarini kelib chiqishini qorishma surulishga chidamliligi va siqilishga mustahkamligini hisobga olgan holda prognozlash EXM dasturi yaratilgan;

- mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmasiga slanesli tog' jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunlarni qo'llash bo'yicha maqbul donadorlik tarkibi va tavsiyalar ishlab chiqarilgan;

- tadqiqot natijalariga ko'ra mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmasini ishlab chiqarishda bog'lovchi bitum 10,3 foiz iqtisod qilinib, 1 224 000 000 so'm hamda mineral kukundan 673 750 000 so'm iqtisodiy samaradorlikka erishilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarning standartlashgan uslub va zamonaviy hamda yuqori aniqlikdagi raqamlashgan o'lchov vositalaridan foydalangan holda amalga oshirilganligi, asfaltbeton qorishmasining fizik-mexanik ko'rsatkichlarini o'lchash va ularni tahlil qilish matematik modellashtirish qoidalari asosida amalga oshirilganligi, nazariy va amaliy tadqiqotlar natijalarining o'zaro mosligi laboratoriya sinovlarida olingan natijalar bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati slanesli tog' jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun bitum bilan bitum bog'lovchi hosil qilib, asfaltbetonning fizik-mexanik ko'rsatkichlarini ortishiga olib keladi. Buning natijasida yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda siqilishga mustahkamligi va surilishga chidamliligi ortishiga qoplama mustahkamligini oshirish uslubi takomillashtirilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmasiga slanesli tog' jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo'shilganda zichligi 2.40 g/sm^3 gacha oshadi, suv shimuvchanligi esa ikki barobar kamayadi, natijada qoplamaning $70 \text{ }^\circ\text{C}$ haroratda siqilishga mustahkamligi va surilishga chidamliligi ko'rsatkichlari hozirgi kundagi boshqa mineral kukunlarga qo'llanilgandagiga nisbatan ikki barobar ortishi natijasida yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda qoplama plastik g'ildirak izi kelib chiqishi $70 \text{ }^\circ\text{C}$ haroratida to'rt barobarga kamayishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Yuqori haroratli ekspluatatsiya sharoitida yo'lning asfaltbeton qoplamasini chidamliligini oshirish usulini takomillashtirish bo'yicha olib borilgan tadqiqot natijalari asosida:

slanesli tog' jinsidan olingan faollashgan mineral kukunni mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmaga qo'llab ishlab chiqarish bo'yicha donadorlik tarkibi ishlab chiqildi hamda asfaltbeton zavodida qorishma tayyorlanib Avtomobil yo'llari qo'mitasiga qarashli korxonalarda amaliyotga joriy etildi. (O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi huzuridagi Avtomobil yo'llari qo'mitasining 2023-yil 23-maydagi, 03-1427-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, asfaltbeton qoplama o'tkazilgan laboratoriya sinovlarida bitum faolligini oshirib zichligini ortishiga, suv shimuvchanligini ikki barobarga kamayishi kuzatildi;

slanesli tog' jinsidan olingan faol mineral kukun bitum bilan birikib, bitum bog'lovchini hosil qiladi va inert materiallari yuzasini yupqa parda ko'rinishida qoplanadi, avtomobil yo'llari qo'mitasiga qarashli korxonalarda amaliyotga joriy etildi (O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi huzuridagi Avtomobil yo'llari qo'mitasining 2023-yil 23-maydagi, 03-1427-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, faol mineral kukun qo'llanishi qoplama $70 \text{ }^\circ\text{C}$ haroratda siqilishga mustahkamligi

va surilishga chidamliligi hozirgi kunda qo'llanilayotgan mineral kukunlarga nisbatan ikki barobar ortishiga olib kelgan;

asfaltbeton qorishmasiga slanesli tog' jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo'llab 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 2023-yil 23-maydagi, 03-1427-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, yuqori haroratli ekspluatatsiya sharoitida qoplama mustahkamligi ortishiga olib kelgan.

Ishlab chiqilgan slanesli tog' jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun asfaltbeton qorishmasiga qo'llash uslubi Avtomobil yo'llari qo'mitasiga qarashli korxonalarda amaliyotga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi huzuridagi Avtomobil yo'llari qo'mitasining 2023-yil 23-maydagi, 03-1427-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda qoplamda plastik g'ildirak izi kelib chiqishi 70 °C qoplama haroratida 5 yilda 2,55 mm bo'lib, me'yoriy hujjatlarda keltirilgandan to'rt barobarga kamaygan, shuningdek ushbu uslubni qo'llash natijasida bog'lovchi bitum miqdorini 10.3 % gacha iqtisod qilishga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 5 ta xalqaro (jumladan 1 ta "Scopus" bazasiga kirgan konferensiyada) va 4 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 4 ta maqola, ulardan 4 tasi respublika va 5 tasi xorijiy jurnallarda e'lon qilingan. Shuningdek, 1 ta EHM dasturi uchun mualliflik guvohnoma rasmiylashtirilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning umumiy hajmi 109 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 rejalari bilan bog'liqligi, tadqiqot natijalarining aprotatsiyasi, e'lon qilinganligi va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Asfaltbeton qoplamalar mustahkamligini oshirish yo'llari, mineral kukunlardan foydalanish, ularni ishlab chiqarish texnologiyalarini ishlab chiqish vazifalari tahlili”** deb nomlangan birinchi bobida asfaltbeton qorishmalari turi va tarkibiga ko'ra ular ishlash sharoiti, mustahkamligi va fizik-mexanik ko'rsatkichlariga bo'yicha bir necha turlarga bo'linishi va asfaltbeton qorishmasi yirik va mayda to'ldiruvchi inert materiallar hamda bog'lovchi materiallarni qizdirish yo'li bilan tanlangan tarkib asosida tayyorlanishi to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Asfaltbeton qorishmalarini tayyorlashda ishlatiladigan mineral kukunlar ohaktosh, dolomit va boshqa karbonat jinslarni maydalab, kukunga aylantirish yo'li bilan olinadi. Mineral kukunlarning turi, tarkibi hamda materialidan kelib chiqib, asfaltbeton qoplama mustahkamligiga ta'siri bo'yicha juda ko'plab xorijiy davlatlar, MDH davlatlari hamda mahalliy ilmiy tadqiqotchi-olimlar tomonidan izlanishlar olib borilgan. Mineral kukunlar asfaltbeton qorishmalarining ishlash qobiliyati va mustahkamligini oshirishda muhim hisoblanadi. Har xil turdagi mineral kukunlar asfaltbeton qorishmalarining ishlashiga turlicha ta'sir ko'rsatadi.

Asfaltbetonning xususiyatlari to'g'ridan-to'g'ri asfalt bog'lovchining turiga, yirik va mayda to'ldiruvchi inert materiallari tarkibiga hamda mineral kukunning tuzilishiga bog'liq bo'ladi. Mineral kukunning tuzilishi maydalanish darajasiga, yuza shakliga va faolligiga bog'liq. Faollashgan mineral kukunlardan foydalanish asfaltbeton qoplamaning harorati 50 °C dan yuqori bo'lganda, uni mustahkamligini va yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda chidamliligini oshirishga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.

Dissertatsiyaning **“Yuqori haroratli ekspluatatsiya sharoitida qoplama mustahkamligini oshirishda mineral kukunning asfaltbeton qorishma xususiyatlariga ta'sirini tadqiq qilish”** deb nomlangan ikkinchi bobida mamlakatimiz hududida aniqlangan slanesli tog' jinslarining turlari, mineral kukunning kimyoviy tarkibi, zarralar shakli, asfaltbetonning fizik-mexanik xususiyatlariga ta'siri haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Mamlakatimiz hududida olib borilgan tadqiqot natijalariga ko'ra, 5 xil turdagi slanesli tog' jinslari aniqlangan. O'zbekiston Respublikasi Samarqand viloyati Nurobod tumani hududidagi slanesli tog' jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun laboratoriya sharoitida sinovdan o'tkazilib, olingan natijalar GOST 16557-2005 “Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных

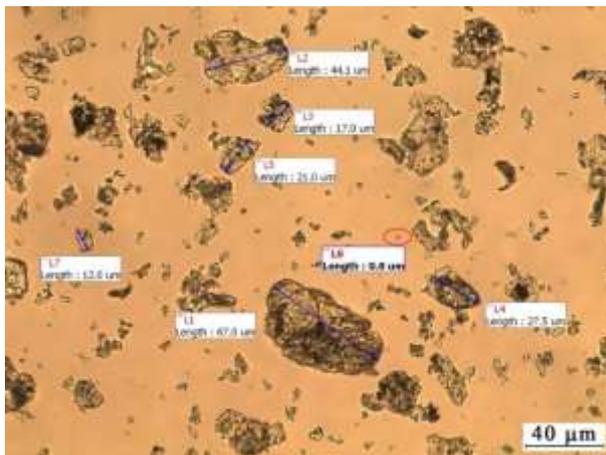
смесяй” Т.У. ме’yoriy hujjati talablariga solishtirib ko‘rildi va faol mineral kukun talablariga mos kelishi aniqlandi. Sinov natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

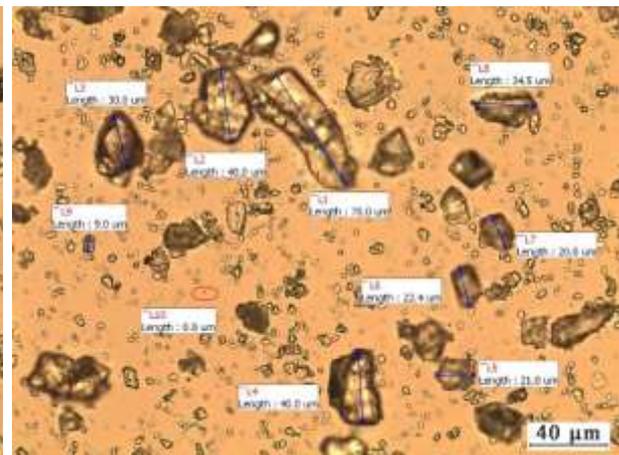
Ko‘rsatkich nomlari	O‘lchov birligi	Ko‘rsatkichlar qiymati		
		Me’yoriy qiymat	Olingan o‘rtacha qiymat	Me’yoriy hujjatga mosligi
Tabiiy namligi	%	0-1,0	0,8	-
Donadorlik tarkibi, mm	1,25	kamida 100	99,6	mos keladi
	0,315	kamida 90	91,7	mos keladi
	0,071	kamida 80	81,2	mos keladi
Zichligi	g/sm ³	me’yorlanmaydi	2,6	-
G‘ovakdorligi, kamida	%	30	28,9	mos keladi
Mineral kukun bilan bitum aralashmasi namunasining ko‘pchishi		1,8	1,6	mos keladi

Slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun sinov natijalariga ko‘ra asfaltbeton qorishmalarini ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan mineral kukunlar bo‘yicha qo‘yilgan talablarga mos keladi.

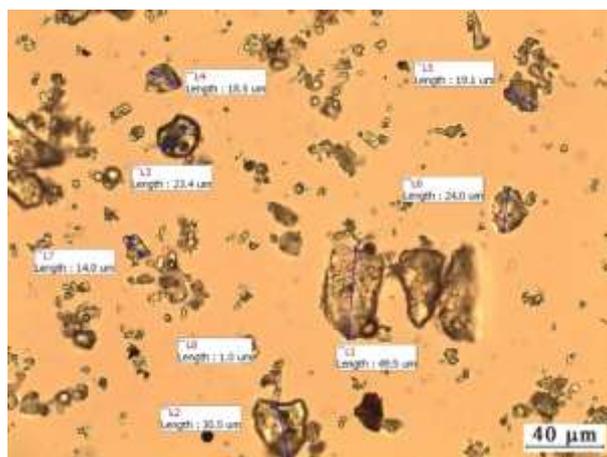
Asfaltbeton qorishmalarining sifati hamda mustahkamligiga mineral kukunlarning maydalik darajasi, zarralarining shakli ham katta ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunlar, ohaktosh materiallaridan olingan mineral kukunlar hamda ozokerit materialidan olingan mineral kukunlar mikroskopik tahlildan o‘tkazildi. Slanesli tog‘ jinsidan olingan faollashgan mineral kukunning zarra o‘lchamlari bir-biriga yaqin ketma-ketlikda joylashgan. Buning afzalligi shundaki, qorishmadagi yirik va mayda to‘ldiruvchilar orasidagi to‘ldirilishi zarur bo‘lgan qismni ushbu mineral kukun bilan deyarli to‘liq egallashga imkon yaratadi. Mikroskopik tahlilda mineral kukunlarning donadorlik tarkibi, ignasimon va yapaloqsimon zarralar miqdori hamda shakli o‘rganildi. Olingan natijalar 1-rasmda keltirilgan.



A)



B)



C)

1-rasm. A), B), C) 3 hil turdagi mineral kukunning Motic VA 210 optik mikroskopida olingan zarralari ko‘rinishi

Slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun optik mikroskopik tahlil qilinganda, quyidagi o‘lchamdagi zarralardan tashkil topgani aniqlandi:

- L1- 67 mikron – 0.9%;
- L2- 44.1 mikron – 1.78%;
- L3- 17.0 mikron – 5.35 %;
- L4 – 27.5 mikron – 3.57 %;
- L5 – 21.0 mikron – 6.25%;
- L6- 5.0 dan 0.8 mikrongacha – 71.42%;
- L7- 12.0 mikron – 10.73%.

Ushbu mineral kukunning 96.35 % ni kubsimon shakldagi zarralar, 3.65 % miqdorini ignasimon va yapaloqsimon shakldagi zarralar tashkil etishi aniqlandi.

Yuqoridagi optik tahlil natijalariga asoslanib, 3 turdagi mineral kukunlar o‘zaro solishtirib chiqildi va quyidagi xulosaga kelindi:

Slanesli tog‘ jinsidan olingan faollashgan mineral kukun ohaktoshdan olingan mineral kukun va ozokeritdan olingan mineral kukunlarga nisbatan zarralarining kubsimonligi va tarkibida juda kam miqdorda ignasimon zarralar borligi bilan farqlandi. Dunyo tajribasiga hamda avval olib borilgan ilmiy ishlarga asosan mineral kukunning tarkibidagi kubsimon zarralarni miqdori asfaltbeton qorishmasining inert tosh materiali bilan bog‘lovchini birikishiga ta’sir etib, natijada mustahkamlikni oshirishga xizmat qiladi.

Mineral kukunlarning kimyoviy tarkibini o‘rganish jarayonida asfaltbeton qorishmalarini ishlab chiqarishda 20 % miqdorida alyumin miqdori ortib ketsa, bitum bilan yaxshi bog‘lanmasligini ko‘rishimiz mumkin. Shu sababli mineral kukun tarkibidagi alyumin miqdori bo‘yicha o‘lchov ishlari olib borildi. Defraktometr XRD-6100 yordamida olingan natijalar o‘rganilganda, slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun, ozokerit mineral kukun va ohaktosh mineral kukunlarda alyumin miqdori 20 foizdan kamligi aniqlandi. Bu o‘z navbatida, qoplama tarkibida bog‘lovchi bilan inert materiallarining o‘zaro bog‘lanishini ta’minlaydi.

Dissertatsiyaning “Yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitga mos keluvchi slanesli tog‘ jinsidan olingan mineral kukun qo‘shilgan asfaltbetonning fizik-mexanik xususiyatlarini o‘rganish bo‘yicha eksperimental tadqiqotlar o‘tkazish” deb nomlangan uchinchi bobida mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmalarini laboratoriya sharoitida 60 °C va 70 °C haroratda siqilishga hamda siljishga mustahkamligi ko‘rsatkichlarini o‘rganish natijalari keltirilgan.

Respublikamiz hududida yoz fasli oylarida havo harorati 45 - 50 °C gacha bo‘lgan vaqtlarda asfaltbeton qoplamalaridagi harorat 65 - 70 °C gacha ko‘tarilib ketishi kuzatiladi. Shu sababli mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmalarini laboratoriya sharoitida 60 °C va 70 °C haroratda siqilishga mustahkamligi hamda siljishga chidamliligi ko‘rsatkichlarini o‘lchash ishlari olib borildi va olingan natijalar 2-jadvalga kiritildi.

Maydalik darajasi bo‘yicha mineral kukunlar qo‘shilgan asfaltbetonning fizik-mexanik xossalari sinov natijalari asosida solishtirish

2-jadval

Ko‘rsatkich nomi	O‘lchov birligi	Ko‘rsatkichlar qiymati				
		Me‘yoriy qiymat	Olingan o‘rtacha qiymat			
			1-tarkib	2-tarkib	3-tarkib	4-tarkib
O‘rtacha zichligi	g/sm ³	me‘yorlanmaydi	2,365	2,401	2,358	2,337
Siqilishga mustahkamligi	MPa					
20 °C da		2,5	4,13	4,57	4,25	4,40
50 °C da		1,2	1,24	1,39	1,23	1,28
60 °C da		GOST talabiga	1,13	1,17	1,00	1,02
70 °C da		muvofiq yuk	0,85	0,86	0,79	0,82
Suvga bardoshlilik, kamida		0,85	0,98	1,17	1,01	1,05
Tarkibidagi (bitum) bog‘lovchi miqdori	%	5-6,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Suv shimuvchanligi	%	1,0-4,0	2,423	1,318	3,40	3,59
Siljishga mustahkamligi	MPa	0,81	0,81	0,84	0,81	0,81

Laboratoriya sharoitida slanesli tog‘ jinslari 0,071-0,00 mm gacha maydalandi. Ushbu o‘lchamdagi mineral kukun qo‘shilgan asfaltbeton qorishma fizik-mexanik xossalari bo‘yicha qolgan tarkiblarga nisbatan o‘rtacha zichligi, suvga bardoshlilik, 20 °C, 50 °C, 60 °C va 70 °C haroratda siqilishga hamda siljishga mustahkamligi ko‘rsatkichlari yuqoriligi va suv shimuvchanligining kamayishi bilan farq qilishi aniqlandi (2-rasm).

Mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmasiga slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunni qo‘shish orqali, laboratoriya sharoitida yuqori haroratda qorishma mustahkamligining bitum miqdoriga bog‘liq fizik-mexanik xossalari natijalari olindi va 3-jadvalda keltirib o‘tildi:

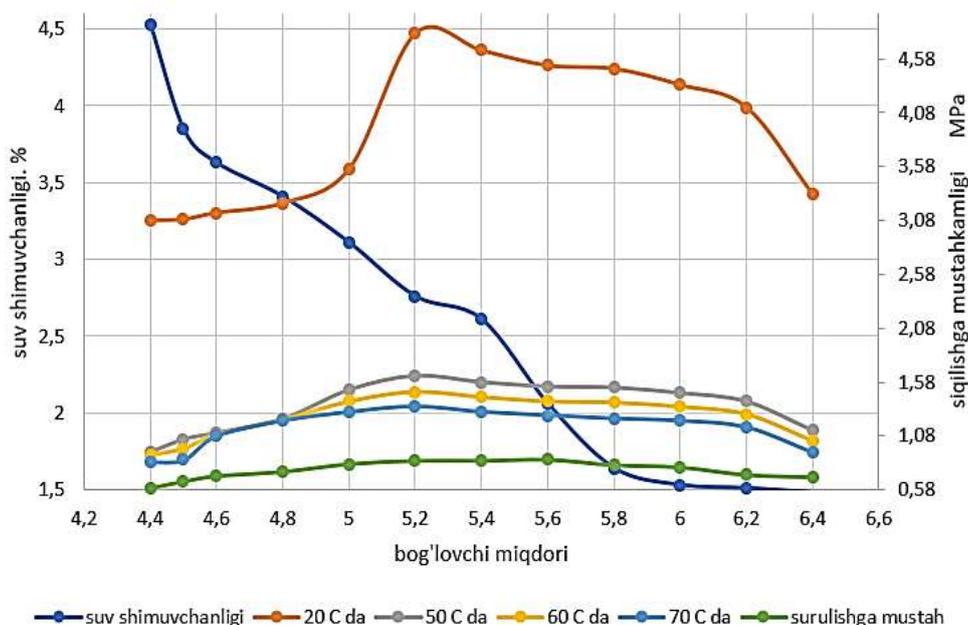
Slanesli tog'jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo'shilgan asfaltbeton fizik-mexanik ko'rsatgichlarini bog'lovchi miqdoriga bog'liqligi.

3-jadval

Bog'lovchi miqdori, %	O'rtacha zichligi, g/sm ³	Suv shimuvchanligi, %	Suvga bardoshliligi	Siqilishga mustahkamligi 20 °C da, MPa	Siqilishga mustahkamligi 50 °C da, MPa	Siqilishga mustahkamligi 60 °C da, MPa	Siqilishga mustahkamligi 70 °C da, MPa	Siqilishga mustahkamligi, MPa
4,4	2,35	4,53	0,81	3,08	0,93	0,9	0,84	0,6
4,5	2,39	3,85	0,77	3,09	1,05	0,96	0,86	0,66
4,6	2,35	3,63	0,9	3,15	1,11	1,09	1,08	0,71
4,8	2,35	3,41	0,79	3,24	1,24	1,23	1,22	0,75
5	2,38	3,11	0,75	3,56	1,51	1,4	1,3	0,82
5,2	2,39	2,76	0,99	4,82	1,64	1,49	1,35	0,85
5,4	2,39	2,61	1,01	4,66	1,58	1,44	1,31	0,85
5,6	2,38	2,06	1,03	4,52	1,54	1,4	1,27	0,86
5,8	2,41	1,64	0,83	4,49	1,53	1,39	1,24	0,81
6	2,4	1,53	0,95	3,34	1,48	1,35	1,22	0,79
6,2	4,42	1,51	0,93	4,13	1,4	1,28	1,16	0,72
6,4	2,4	1,48	0,87	3,32	1,13	1,03	0,93	0,7

Laboratoriya sharoitida asfaltbeton qarishmasining fizik-mexanik xossalarini sinash natijalarini solishtirish grafigi 3-rasmda keltirilgan.

suv shimuvchanligi va siqilishga mustahkamligi harorat va bo'lovchi miqdorida o'zgarishi



2-rasm. Laboratoriya sharoitida asfaltbeton qarishmasining fizik-mexanik xossalarini bog'lovchi miqdori o'zgarishida sinash natijalari grafigi.

Mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmasi tarkibiga slanesli tog' jinslaridan olingan mineral kukun va 5,2-5,4% miqdorida bog'lovchi qo'shilganda, eng yuqori fizik-mexanik ko'rsatkichlarga erishiladi. Asfaltbeton qorishmasi tarkibida bog'lovchi miqdorining ortishi yuqori haroratda qoplamada surilishga chidamlilik va siqilishga mustahkamligi kamayishiga olib keladi.

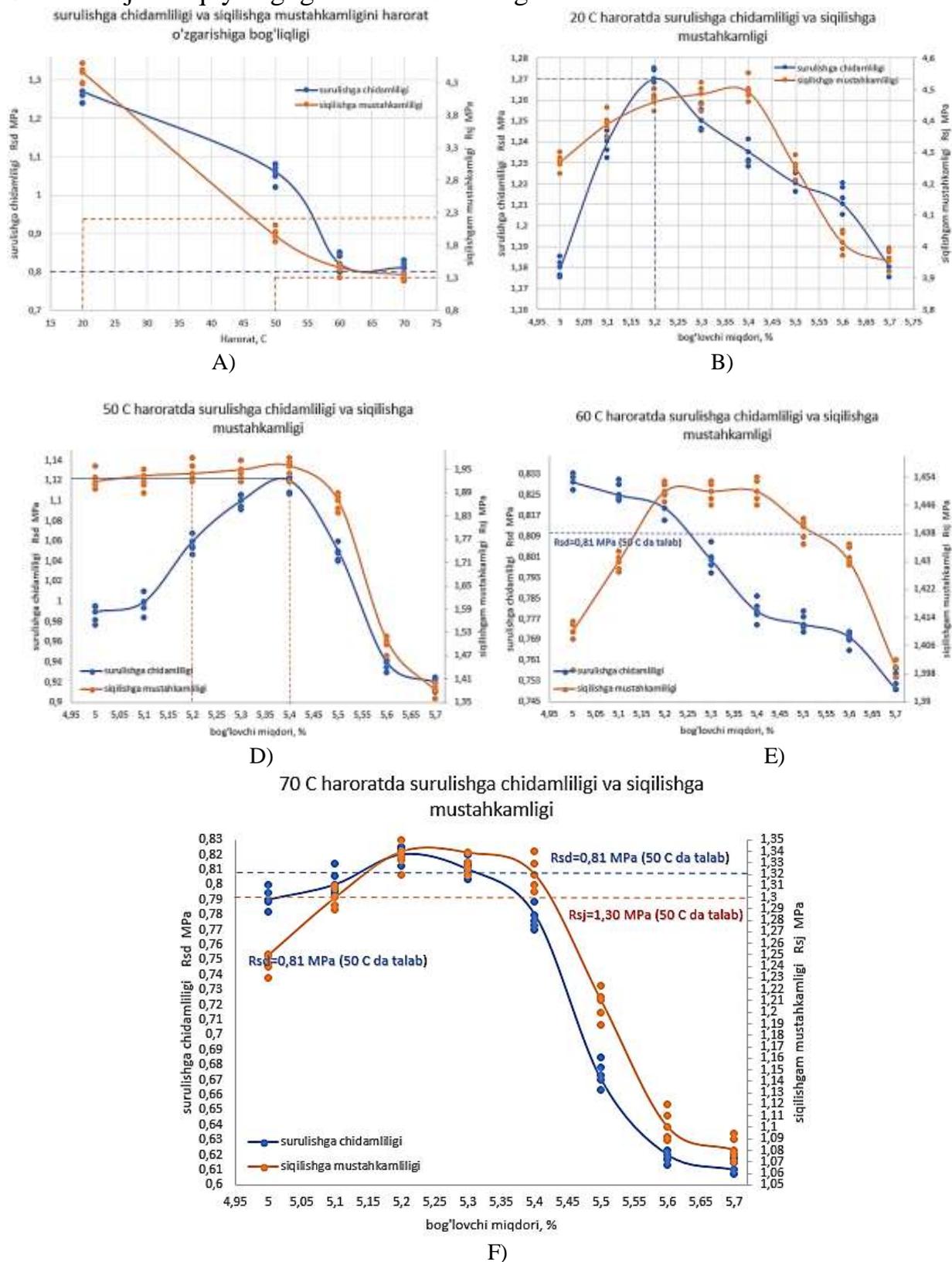
Asfaltbetonning qovushqoqlik ko'rsatkichi qovushqoq-plastik xususiyatlarini tavsiflaydi. Shuning uchun yoz faslida asfaltbetonning deformatsiyaga chidamliligi va past haroratlarda deformatsiyalanishi undagi qovushqoqlikning o'zgarishini fizik ko'rsatkichi yordamida muvozanati bilan baholanishi mumkin. Slanesli tog' jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo'shilgan asfaltbeton qorishmasining surilishga chidamliligi va siqilishga mustahkamligini aniqlash maqsadida granitli chaqiqtoшни qo'llash orqali tadqiqotlar olib borildi. Bunda sinovlar laboratoriya sharoitida GOST12801 me'yoriy hujjati bo'yicha bajarildi.

4-jadval

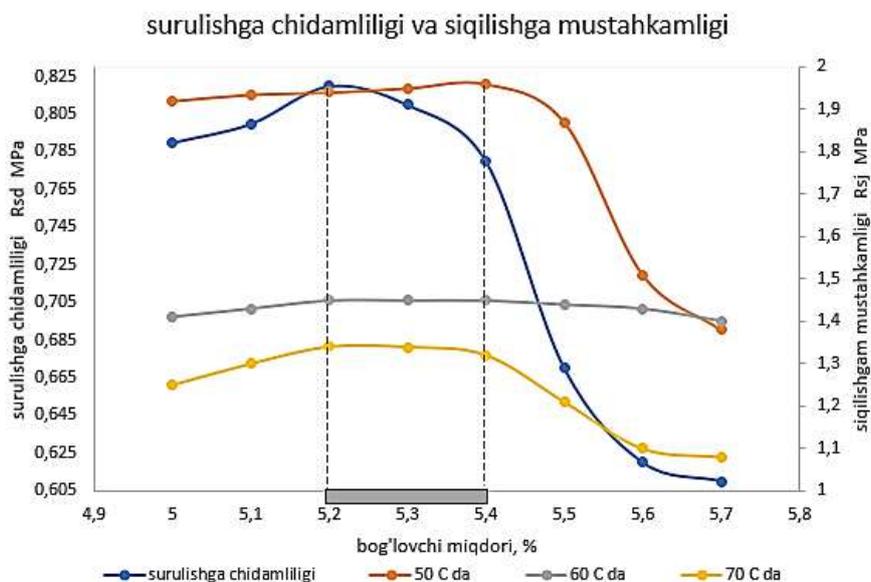
Granit chaqiqtoş (Marka 1400) qo'shilgan asfaltbetonning surilishga chidamliligi va siqilishga mustahkamligining harorat o'zgarishi va tarkibiga qo'shilgan bog'lovchi miqdoriga bog'liq o'zgarishi

Namuna	surilishga mustahkamligi	siqilishga mustahkamligi		
	CD=1/6(3-tg@)*Rc	r	f	Rsj
20 °C haroratda				
5	1,18	17,06	40	4,27
5,2	1,27	17,84	40	4,46
5,4	1,22	17,97	40	4,49
5,6	1,23	16,05	40	4,01
50 °C haroratda				
5	0,99	7,67	40	1,92
5,2	1,06	7,75	40	1,94
5,4	1,12	7,83	40	1,96
5,6	0,94	6,02	40	1,51
60 °C haroratda				
5	0,83	5,62	40	1,41
5,2	0,82	5,79	40	1,45
5,4	0,78	5,8	40	1,45
5,6	0,77	5,73	40	1,43
70 °C haroratda				
5	0,79	4,99	40	1,25
5,2	0,80	5,35	40	1,34
5,4	0,76	5,26	40	1,32
5,6	0,62	4,41	40	1,10

Slanesli tog' jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo'shilgan asfaltbeton qarishmasining sinov harorati va bitum miqdoriga bog'liq holda surulishga chidamliligi va siqilishga mustahkamligi bo'yicha sinovlar olib borildi. Sinov natijalari quyidagi grafikda aks ettirilgan.



3-rasm. 20 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C haroratda surulishga chidamliligi va siqilishga mustahkamligining harorat va bog'lovchi o'zgarishiga bog'liqligi



4-rasm. 20 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, haroratda surulishga chidamliligi va siqilishga mustahkamligining harorat o'zgarishiga bog'liqligini solishtirish.

Yuqoridagi jadval va grafiklardan ko'rinadiki, asfaltbeton qorishmaning siqilishga mustahkamligi va surulishga chidamliligi ko'rsatkichlari harorat o'zgarishi va bog'lovchi miqdori bog'liq. Yuqori haroratda asfaltbeton qorishmaning siqilishga mustahkamligi va surulishga chidamliligi slanesli tog' jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo'shilganda, bog'lovchi miqdori 5,2-5,4 % oralig'ida eng maqbul natijaga erishildi.

Dissertatsiyaning **“Yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda slanesli mineral kukun qo'shilgan asfaltbeton qorishmasi fizik-mexanik ko'rsatkichlarini oshirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish”** deb nomlangan to'rtinchi bobida yuqori haroratli ekspluatatsiya sharoitida qoplamada g'ildirak izlari kelib chiqishini qorishmaning surulishga chidamliligi va siqilishga mustahkamligi ko'rsatkichlaridan kelib chiqishini prognozlash, iqtisodiy samaradorligi haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Ushbu ko'rsatkichlar GOST 12801-98 ga muvofiq belgilangan 3 mm/min deformatsiya darajasi bo'yicha siqilish paytida standart kuch ko'rsatkichlaridan foydalangan holda belgilanadi.

Qoplamadagi plastiklik koeffitsiyenti quyidagi formula orqali topiladi:

$$m = \frac{(\ln R_{50}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln R_{50}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln t_{t3} - \ln t_{t50})} \quad (1)$$

R_{50}^{50}, R_{50}^3 – 50 °C da siqilish paytida kuch ko'rsatkichlari ikki xil deformatsiya tezligida (mos ravishda 50 va 3 mm/min), MPa;

$\ln 50 - \ln 3$ – press porshenining erkin tushish tezligi 3 va 50 mm/min bo'lganda namunalarning buzilish vaqti.

$t_3, t_{50} - t_3, t_{50}$ – 3 va 50 mm / min, s. bo'lgandagi mustahkamlik chegarasi

Granit chaqiqtoş, qum, slanesli tog‘ jinslaridan olingan mineral kukun qo‘shilgan asfaltbeton qarishmasining plastiklik koeffitsiyenti qiymatlari 50 °C, 60 °C, 70 °C harorat uchun aniqlandi:

1) 50 °C haroratda plastiklik koeffitsiyenti

$$m = \frac{(\ln R_{50}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln 2.23 - \ln 1.94)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(0.802 - 0.663)}{(3.92 - 1.099)} = 0.05$$

2) 60 °C haroratda plastiklik koeffitsiyenti

$$m = \frac{(\ln R_{60}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln 1.72 - \ln 1.45)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(0.542 - 0.372)}{(3.92 - 1.099)} = 0.06$$

3) 70 °C haroratda plastiklik koeffitsiyenti

$$m = \frac{(\ln R_{70}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln 1.68 - \ln 1.34)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(0.519 - 0.293)}{(3.92 - 1.099)} = 0.08$$

Dolomit chaqiqtoş, qum, slanesli tog‘ jinslaridan olingan mineral kukun qo‘shilgan asfaltbeton qarishmasining plastiklik koeffitsiyenti qiymatlari 50 °C, 60 °C, 70 °C harorat uchun aniqlandi:

1) 50 °C haroratda plastiklik koeffitsiyenti

$$m = \frac{(\ln R_{50}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln 2.05 - \ln 1.74)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(0.718 - 0.554)}{(3.92 - 1.099)} = 0.06$$

2) 60 °C haroratda plastiklik koeffitsiyenti

$$m = \frac{(\ln R_{60}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln 1.69 - \ln 1.37)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(0.525 - 0.315)}{(3.92 - 1.099)} = 0.07$$

3) 70 °C haroratda plastiklik koeffitsiyenti

$$m = \frac{(\ln R_{70}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln 1.58 - \ln 1.33)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(0.457 - 0.285)}{(3.92 - 1.099)} = 0.07$$

Qovushqoq plastik buzilishning aktivlashadigan energiyasi U, (kJ/mol) 20 °C va 50 °C haroratlarda siqilishga mustahkamlik ko‘rsatgichlari asosida hisoblanadi:

$$U = \frac{26.254(\ln R_{20} - \ln R_{50})}{m} \quad (2)$$

bu yerda R_{20} , R_{50} – 20 °C va 50 °C haroratdagi siqilishga mustahkamligi, MPa.

Granit chaqiqtoş, qum, slanesli tog‘ jinslaridan olingan mineral kukun qo‘shilgan asfaltbeton qarishmasining siqilishga mustahkamlik qiymatlari 50 °C, 60 °C, 70 °C harorat uchun aniqlandi:

1) 50 °C haroratda siqilishga mustahkamlik

$$U = \frac{26.254(1.495 - 0.663)}{0.050} = 441.366$$

2) 60 °C haroratda siqilishga mustahkamlik

$$U = \frac{26.254(1.495 - 0.372)}{0.061} = 448.012$$

3) 70 °C haroratda siqilishga mustahkamlik

$$U = \frac{26.254(1.495 - 0.293)}{0.080} = 392.789$$

50 mm/min tezlikda siqish uchun balandligi 71,4 mm bo'lgan silindrsimon asfaltbeton namunalarini sinovdan o'tkazishda surilishga qarshilik gradienti quyidagilarga teng olinadi:

$$\gamma_d^I = \frac{1}{3} * \frac{50}{71.4} * \frac{1}{60} = 0.0039C^{-1}$$

Qoplamaning taxminiy xizmat muddati 5 yil yoki 5760 soat qiymatida rejalashtirilgan. Mashinalar g'ildiraklari bitta izdan yurishlar soni koeffitsiyenti 0,2 deb olingan.

Asfaltbeton qoplamasining maksimal haroratini aniqlashda asos qilib havo haroratining maksimal absolyut qiymati olinadi va uning ta'minlanganligi 1 ga teng. Yo'l qoplamasi yuzasidan 2 sm chuqurlikdagi asfaltbetonning maksimal hisobiy harorati 95% aniqlikda quyidagi emperik formula orqali aniqlanadi:

$$T_{n+} = -0.0306T_{max}^2 + 3.8071T_{max} - 39 \quad (3)$$

bu yerda T_{n+} – Asfaltbeton qoplamaning eng yuqori harorati, °C

T_{max} – yo'l iqlim mintaqasidagi havoning eng yuqori harorati, °C

$$T_{n+} = -0.0306 * 45.9^2 + 3.8071 * 45.9 - 39 = 71.3 \quad (4)$$

Minimal qoplama harorati O'zbekiston hududiga moslashtirilgan formula orqali hisoblandi:

$$T_{n-} = 0.859T_{min} + 1.7$$

bu yerda T_{n-} – 5 kunlik tashqi havo harorati, 0,98 °C gacha

$$T_{n-} = 0.859T_{min} + 1.7 = 0.859 * 35.9 + 1.7 = -29$$

Qoplama haroratini maksimal va minimal qiymatlar oralig'ida taqsimlash ehtimoli eng yaqin ob-havo stansiyasi ma'lumotlariga ko'ra, ma'lum bir hududdagi havo haroratini ko'p yillik kuzatishlar asosida aniqlanadi. Haroratning chastota taqsimoti ma'lum bir haroratda qoplama ishlash vaqtining asfaltbeton qoplamasi umumiy taxminiy xizmat qilish muddatiga nisbati bilan tavsiflanadi.

Meteorologik ma'lumotlar mavjud bo'lmaganda, trapetsiya shakliga mos tushadigan, maydoni 1 ga teng qoplama harorati taqsimotining empirik egrisiga amal qilish lozim. Matematik jihatdan bu bog'liqlik quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$P(T) = \frac{T - T_{n-} + 2}{12(T_{n+} - T_{n-} - 8)}$$

$$P(T) = \frac{1}{(T_{n+} - T_{n-} - 8)}$$

$$P(T) = \frac{1}{(T_{n+} - T_{n-} - 8)} - \frac{T - T_{n-} + 2}{12(T_{n+} - T_{n-} - 8)}$$

$$P(-15) = \frac{-15 - (-29) + 2}{12(71.3 - (-29) - 8)} = 0.01455$$

$$P(25) = \frac{1}{(71.3 - (-29) - 8)} = 0.01082$$

$$P(70) = \frac{1}{(71.3 - (-29) - 8)} - \frac{70 - (-29) + 2}{12(71.3 - (-29) - 8)} = 0.00296$$

Raqamli integratsiya formula bo'yicha qoplamaning maksimal va minimal loyiha harorati oralig'ida amalga oshiriladi, misol uchun, 60 ° C diskret qoplama harorati uchun plastik deformatsiyani hisoblash berilgan

$$\gamma = t_p \gamma_d \left[\frac{\tau_{max} - p \text{tg}\varphi}{c_d} \right]^{1/m} \exp \left[-\frac{U}{R} \left(\frac{1}{273.15+T} - \frac{1}{T_1} \right) \right] \quad (5)$$

bu yerda t_p – taxminiy yuk harakati vaqti, s ;

γ_d – asfaltbeton namunalarini laboratoriyada sinovdan o'tkazishda qaytarilmas surilishga chidamlilik gradiyenti, s⁻¹;

τ_{max} – maksimal kesish kuchlanishi, MPa;

p – hisoblangan yukning o'ziga xos bosimi, MPa;

$\text{tg}\varphi$ – asfaltbetonning ichki ishqalanish koeffitsiyenti;

c_d – asfaltbetonning ilashish ko'rsatkichi, MPa;

m – plastiklik koeffitsiyenti;

U – asfaltbetonning yopishqoq plastmassa deformatsiyasi va buzilishining faollashuv energiyasi, kJ/mol;

R – gaz doimiysi 0,008314 kJ/°Kmol;

T_{n+} – qoplamaning maksimal hisoblangan harorati, °C;

T_1 – laboratoriyada sinov namunalarining absolyut harorati, 323,15 °K (50 °C).

Granit chaqiqtosh, qum, slanesli tog' jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo'shilgan asfaltbeton qorishmasining II toifali avtomobil yo'li uchun 5 yilda diskret qoplamaning 70 °C harorati uchun buzilishlar (deformatsiyalar)ni prognoz qilish:

$$\gamma = 192720 * 0.0039 \left[\frac{0.75 - 0.6244}{0.312} \right]^{0.05} 0.00296 \exp \left[-\frac{441.4}{0.008314} \left(\frac{1}{273.15 + 70} - \frac{1}{323.15} \right) \right] = 0.000899 = 0.0899\%$$

$$\gamma = 192720 * 0.0039 \left[\frac{0.75 - 0.5887}{0.312} \right]^{0.06} 0.00296 \exp \left[- \frac{486.0}{0.008314} \left(\frac{1}{273.15 + 70} - \frac{1}{333.15} \right) \right] = 0.007026 = 0.7026\%$$

$$\gamma = 192720 * 0.0039 \left[\frac{0.75 - 0.5404}{0.312} \right]^{0.08} 0.00296 \exp \left[- \frac{392.8}{0.008314} \left(\frac{1}{273.15 + 70} - \frac{1}{343.15} \right) \right] = 0.015744 = 1.5744\%$$

Granit chaqiq tosh, qum, slanesli tog‘ jinslaridan olingan mineral kukun qo‘shilgan asfaltbeton qorishmasining II toifali avtomobil yo‘li uchun 5 yilda diskret qoplamaning 70 °C harorati uchun buzilishlar (deformatsiyalar)ni prognoz qilish:

$$\delta = \frac{9h^2 * \gamma}{2L} = \frac{9 * 60^2 * 0.00899}{2 * 1000} = 0.146 \text{ mm}$$

$$\delta = \frac{9h^2 * \gamma}{2L} = \frac{9 * 60^2 * 0.07026}{2 * 1000} = 1.138 \text{ mm}$$

$$\delta = \frac{9h^2 * \gamma}{2L} = \frac{9 * 60^2 * 1.5744}{2 * 1000} = 2.55 \text{ mm}$$

Slanesli tog‘ jinslaridan olingan mineral kukun qo‘shilgan mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmasidan yotqizilgan qoplama g‘ildirak izi nuqsoni kelib chiqishi 5 yilda qorishmaning 70 °C dan yuqori haroratda siqilishga mustahkamligi hamda surilishga chidamliligidan kelib chiqqan holda prognoz qilindi. Hisob natijalariga ko‘ra, granit tog‘ jinslaridan olingan chaqiqtosh qo‘shilgan asfaltbeton qoplama 5 yil ekspluatatsion xizmat davrida qoplama qalinligi 6,0 sm bo‘lgan va 2,55 mm g‘ildirak izlari paydo bo‘lgan. Bu izlar qorishma tarkibidagi slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunlar bitum bilan bitumli bog‘lovchini hosil qilib, inert materiallari yuzasida yupqa plyonka ko‘rinishida qoplama tuzilishiga ega bo‘lishi natijasida hosil bo‘ladi.

Yo‘l qoplamalarida muayyan yechimlarni qo‘llashning iqtisodiy samaradorligi avtomobil yo‘llari korxonalar va yo‘llardan foydalanuvchilar avtomobil yo‘llaridan foydalanish davomida kamroq xarajat va yo‘qotishlarga ega ekanligi bilan izohlanadi. Bajarilgan ishlarning iqtisodiy samaradorligini baholashning bir qancha usullari mavjud bo‘lib, shulardan eng ko‘p qo‘llaniladigan va ommalashgan usuli sarflangan xarajatlarga asoslanish tamoyiliga tayanadi. Bu usul murakkab hisoblash ishlarini talab qiladi.

Avtomobil yo‘llaridan foydalanishda qoplamaning xizmat muddatini oshirish natijasida erishiladigan iqtisodiy samaradorlikni aniqlashda quyidagi ko‘rsatkichlar tavsiya qilingan:

- avtomobil qoplamalarini ta‘mirlash oralig‘ini uzaytirish hisobiga iqtisodiy samaradorlik;
- avtomobillar harakat sharoitining yaxshilanishi natijasida iqtisodiy samaradorlik;

– asfaltbeton qoplamali avtomobil yo‘llari xizmat muddatining oshishi hisobiga iqtisodiy samaradorlik.

Mayda donali issiq zich asfaltbeton qarishmasini ishlab chiqarish uchun qo‘llaniladigan mineral kukun sarfi quyidagi formula orqali topiladi:

$$S = S_{a/b} * S_{mk} \% , \quad (6)$$

bu yerda $S_{a/b}$ - asfaltbeton miqdori, t

S_{mk} - mineral kukun sarfi, %

Yuqoridagi formuladan foydalangan holda 1,0 tonna mayda donali issiq zich asfaltbeton qarishmasini ishlab chiqarish uchun qo‘llanilayotgan ozokerit va ohaktosh mineral kukunlari hamda tavsiya qilinayotgan slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunining sarfi hisoblab chiqildi:

$$S_{az}=1000*8,1\%= 81 \text{ kg}$$

$$S_{ox}=1000*7,5\%=75 \text{ kg}$$

$$S_{sl}=1000*4,0\%=40 \text{ kg}$$

1,0 tonna mayda donali issiq zich asfaltbeton qarishmasini ishlab chiqarishda qo‘llanilayotgan ohaktosh mineral kukuni hamda tavsiya qilinayotgan slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukuni sarfi iqtisodi quyidagi formula orqali topildi:

$$S_{am} = S_{ox} * S_{sl} = 75 - 40 = 35 \text{ kg} ,$$

bu yerda S_{ox} – ohaktoshdan olingan mineral kukun,

S_{sl} – slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun.

Jizzax viloyati bo‘yicha asfaltbeton zavodida o‘rtacha 50 000 tonna mayda donali issiq zich asfaltbeton qarishmasi ishlab chiqariladi. Mineral kukundan 1 yillik iqtisodiy samaradorlik quyidagi ifoda orqali aniqlandi:

$$\sum S_{sam} = V * S_{am} = 50000 * \frac{35}{1000} = 1750 \text{ tonna}$$

$$S_{sam}^{so'm} = \sum S_{sam} * Q_{yim} = 1750 * 385000 = 673\,750\,000 \text{ so‘m}$$

bu yerda V– 1 yilda ishlab chiqariladigan asfaltbeton qarishmasi, t

S_{am} – mineral kukun iqtisodi, kg

Q_{yim} – 1 tonna mineral kukun narxi, so‘m

$S_{sam}^{so'm}$ – iqtisodiy samaradorlik, so‘m

Slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo‘shilgan mayda donali issiq zich asfaltbetonni ishlab chiqarishda mineral kukundan 673 750 000 (olti yuz yetmish uch millon yetti yuz ellik ming) so‘m iqtisodiy samaradorlikka erishildi.

Asfaltbeton qarishmasi tarkibidagi bog‘lovchi sarfi quyidagi formula orqali topiladi:

$$N = N_{a/b} * T_b \% , \quad (7)$$

bu yerda

$N_{a/b}$ – asfaltbeton miqdori, kg

T_b – bitum sarfi, %

Yuqoridagi formuladan foydalangan holda 1 tonna mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmasini ishlab chiqarish uchu bitum sarfi hisoblab chiqildi:

$$n_{az}=1000*5,6\%= 56 \text{ kg,}$$

$$n_{ox}=1000*5,8\%=58 \text{ kg}$$

$$n_{sl}=1000*5,2\%=52 \text{ kg.}$$

1,0 tonna mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmasini ishlab chiqarishda qo‘llanilayotgan ohaktosh mineral kukuni hamda tavsiya qilinayotgan slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunlar qo‘llanilganda, bitum sarfi iqtisodi quyidagi formula orqali topildi:

$$T_{b/s} = N_{ox} * N_{sl} = 58 - 52 = 6 \text{ kg} \quad (10,3 \%)$$

bu yerda S_{ox} – ohaktoshdan olingan mineral kukun qo‘shilgan Asfaltbeton.

S_{sl} – slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo‘shilgan Asfaltbeton.

Jizzax viloyatida asfaltbeton zavodida o‘rtacha 50000 tonna mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmasi ishlab chiqariladi. Shundan tog‘ jinsidan olingan faol mineral kukun qo‘llanilganda, bog‘lovchi bitumning 1 yillik iqtisodiy samaradorligi quyidagi ifoda orqali aniqlandi:

$$\sum n_{sam} = V * T_{b/s} = 50000 * \frac{6}{1000} = 300 \text{ tonna}$$

$$T_{sam}^{so'm} = \sum n_{sam} * Q_{yim} = 300 * 4\,080\,000 = 1\,224\,000\,000 \text{ so'm}$$

bu yerda V –1 yilda ishlab chiqariladigan asfaltbeton qorishmasi, t

n_{am} – bog‘lovchi iqtisodi, kg

Q_{yim} –1 tonna bitum narxi, so‘m

$T_{sam}^{so'm}$ – iqtisodiy samaradorlik, so‘m

Jizzax viloyati bo‘yicha slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo‘llanilganda, mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmasi ishlab chiqarishda bog‘lovchi bitum 10,3 foiz iqtisod qilinib, 1 224 000 000 (bir milliard ikki yuz yigirma to‘rt million) so‘m iqtisodiy samaradorlikka erishildi.

Slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo‘llanilganda, mayda donali issiq zich asfaltbeton qorishmasi tarkibidagi bog‘lovchi sarfi miqdori hamda mineral kukun sarfi miqdoridan kelib chiqib, iqtisodiy samaradorlik quyidagi formula orqali hisoblandi:

$$\sum S_{is} = T_{sam}^{so'm} + S_{sam}^{so'm} = 1\,224\,000\,000 + 673\,750\,000 = 1\,897\,750\,000$$

Yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda yo‘lning mustahkamligini ta‘minlaydigan mayda donali issiq zich asfaltbetonni ishlab chiqarishda slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunni qo‘llash orqali Jizzax viloyati bo‘yicha bir yilda 1 897 750 000 (bir milliard sakkiz yuz to‘qson yetti million yetti yuz ellik ming) so‘m iqtisodiy samaradorlikka erishiladi.

XULOSA

“Yuqori haroratli ekspluatatsiya sharoitida yo‘lning asfaltbeton qoplamasi chidamliligini oshirish usulini takomillashtirish” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Yo‘l qoplamalarini qurish uchun issiq asfaltbeton qorishmalarida mineral kukun sifatida slanesli tog‘ jinslaridan olingan mineral kukunlardan foydalanish asfaltbeton qoplamasining o‘rtacha zichligini, suvga bardoshliligini hamda bog‘lovchining faolligini oshiradi, suv shimuvchanligini kamayishiga olib keladi. Qorishma tarkibidagi inert tosh materiali bilan qovushqoqligini yaxshilaydi hamda qorishma mustahkamligini oshiradi.

2. Slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun optik mikroskopik tahlili ostida uning 96.35 % ni kubsimon shakldagi zarralar va 3.65 % miqdorini ignasimon va yapaloqsimon shakldagi zarralar tashkil topgani aniqlandi.

3. Dunyo tajribasiga hamda avvalgi olib borilgan ilmiy ishlarga asosan mineral kukunning tarkibida kubsimon zarralarning miqdori asfaltbeton qorishmasining inert tosh materiali bilan bog‘lovchini birikishiga ta‘sir etib natijada mustahkamlikni oshishiga xizmat qiladi.

4. Slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun asfaltbeton qorishmasi tarkibida inert materiallari yuza sirtida asfalten ortishiga olib keladi. Asfaltbeton qorishmasi zichligi oshib, suv shimuvchanligi kamayadi, buning natijasida qoplamaning siqilishga mustahkamligi, suvga bardoshliligi, siljishga bo‘lgan mustahkamligi oshadi.

5. Slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunlarning hozirgi kunda amalda bo‘lgan me‘yoriy hujjat talablariga javob beradigan 0,071 mm elakdan 100 foiz o‘tgan holatda ishlab chiqarilganda, qorishma tarkibida bog‘lovchi miqdori kam qo‘shiladi. Natijada siqilishga mustahkamlikni oshirish orqali Respublikamiz avtomobil yo‘llarida eng dolzarb bo‘lgan muammolardan hisoblanadigan qoplamalar yuzasida g‘ildirak izlari paydo bo‘lmaydi.

6. 5 yillik ekspluatatsion davrda qorishmaning 70 °C yuqori haroratdagi siqilishga mustahkamligi hamda siljishga chidamliligi ko‘rsatgichlaridan kelib chiqqan holda slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo‘shilgan mayda donali issiq zich asfaltbeton qoplamada g‘ildirak izi nuqsoni kelib chiqishi prognoz qilindi. Hisob natijalariga ko‘ra, granit tog‘ jinslaridan olingan chaqiq tosh qo‘shilgan asfaltbeton qoplamasidan 5 yil ekspluatatsion xizmat davrida qoplama qalinligi 6,0 sm bo‘lganda, 2,55 mm g‘ildirak izlari paydo bo‘ldi. Bu izlar qorishma tarkibidagi slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukunlar bitum bilan bitumli bog‘lovchi hosil qilib, inert materiallari yuzasida yupqa parda ko‘rinishida bo‘lishi orqali qoplama tuzilishiga ega bo‘lishi natijasida hosil bo‘ladi.

7. Yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda yo‘lning mustahkamligini ta‘minlaydigan mayda donali issiq zich asfaltbeton ishlab chiqarishda slanesli tog‘ jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun qo‘llash orqali Jizzax viloyati bo‘yicha bir yilda 1 897 750 000 (bir milliard sakkiz yuzi to‘qson yetti million yetti yuz ellik ming) so‘m iqtisodiy samaradorlikka erishiladi.

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

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

БУРИЕВ ШУХРАТ ХАМИДОВИЧ

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ
ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ ДОРОГИ
ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

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

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

Ташкент-2023

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за B2022.3.PhD/T3183.

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 Эркинович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Джизакский политехнический институт

Защита диссертации состоится “_____” _____ 2023 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 Адылхожаев, 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 “_____” _____ 2023 года.
(реестр протокола рассылки №___ от “_____” _____ 2023 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

М.М.Миралимов

Заместитель председателя
Научного семинара при
научном совете по присуждению
ученых степеней д.т.н., доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. Спрос на автомобильные дороги в мире возрастает с каждым днём. В том числе в результате глобальных климатических проблем температура асфальтобетонных покрытий в летние месяцы повышается на 70-80 °С, что приводит к образованию пластических деформаций на дорогах. В настоящее время в развитых странах “...из-за растущего спроса на транспорт формирование крупных дорожных сетей было типичным для 20-го века, когда предприятия по управлению автомобильными дорогами этих стран изменили основные стратегические задачи с проектирования и строительства новой дорожной инфраструктуры на эффективное планирование ремонтных и обслуживающих работ для поддержания состояния существующей дорожной сети в соответствии с требованиями участников дорожного движения”³. В связи с этим, также, основной акцент дорожных организаций этих стран в расширении дорожных сетей делается на то, что минеральные порошки, которые использовались в качестве наполнителей, в настоящее время активируются и соединяются с битумами с получением вяжущего.

В мире ведутся многочисленные научные исследования по продлению срока службы автомобильных дорог, в частности, по повышению эксплуатационных характеристик автомобильных дорог за счет разработки новых энергоэффективных строительных материалов из асфальтобетонных смесей, а также по повышению прочности покрытия за счет применения менее затратных активированных минеральных порошков. В этом направлении приоритетными являются исследования по применению минеральных порошков в составе асфальтобетонной смеси, в том числе с учетом влияния транспортных потоков и природно-климатических факторов при повышении прочности автомобильных дорог при высоких температурах.

В республике реализуется широкий спектр мер по разработке и внедрению новых технологий, позволяющих проектировать, строить и продлевать срок эксплуатации автомобильных дорог, отвечающих международным стандартам. В новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы определены задачи, в том числе по “совершенствованию дорожной инфраструктуры и ускоренному развитию сети автомобильных дорог”⁴. Одной из важных задач при реализации этих задач, в частности, при повышении прочности асфальтобетонного покрытия в условиях высокотемпературной эксплуатации автомобильных дорог, является разработка технологии получения активированного минерального порошка из местного сырья.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит реализации задач, определенных указом Президента Республики

³ <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/31891/applsci-08-01041.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁴ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning tarqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni.

Узбекистан № ПУ-60 “О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы”, ПУ № 5890 "О мерах по глубокому реформированию системы дорожного хозяйства Республики Узбекистан", Постановлением Президента Республики Узбекистан № 4545 “о мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления дорожной сферой”, ПП № 49 “О мерах по внедрению стандартов открытости в области автомобильных дорог и усилению общественного контроля в сфере” и другими нормативно-правовыми актами, касающимися данной деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Исследования по диссертационной работе соответствуют II приоритетному направлению развития науки и техники республики «Энергетика, энергия и ресурсосбережения, транспорт и машиностроение». Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом НИР Ташкентского государственного транспортного университета ИЗ-2020052616 "Разработка технологии извлечения минерального порошка из сланцевых пород при производстве асфальтобетона".

Степень изученности проблемы. Проведены ряд научно-исследовательских работ в странах СНГ и за рубежом по применению минерального порошка, используемого в асфальтобетонных смесях. Данной задаче посвящены труды зарубежных ученых, таких как S. Richardson, M.H. Al-Saed, E.T. Harrigan, L.H. Csanyi, T.A. Al-Qaisi, G.G. Sofiya, Zhenyang Fan, Xuancang Wang, Zhuo Zhang и Yi, A.H. Aljassar, S.Metwali, M.A. Ali, а также ученых из стран СНГ В. Горельшев, Г. С. Бахрак, Т.Г. Рубиева, Волков Бормий, И.М. Борщ, А.П. Коротаев, ученых из Узбекистана И.С. Содиков, А.М. Карабаев, И.Э.Касимов и др.

Минеральные порошки, применяемые при приготовлении асфальтобетонных смесей, получают из известняка, доломита, промышленных отходов и других карбонатных пород. На сегодняшний день проведены научно-исследовательские работы по минеральным порошкам, получаемых путем дробления и превращения в порошок, но по минеральным порошкам, получаемых из сланцевых пород, научно-исследовательские работы не проводились.

Соответствие диссертационного исследования планам научно-исследовательской работы высшего учебного заведения, в котором выполнялась диссертация. Диссертационная работа выполнена в рамках темы «Методология улучшения потребительских характеристик автомобильных дорог с учетом природно-климатических условий Республики Узбекистан» Ташкентского государственного транспортного университета.

Цель исследования - совершенствование метода повышения долговечности асфальтобетонного покрытия за счет применения

минерального порошка, полученного из сланцевых пород, в условиях высокотемпературной эксплуатации.

Задачи исследования:

- изучение свойства сланцевой породы, механизм ее взаимодействия с битумом и обоснование возможности использования ее в качестве минерального порошка в асфальтобетонных смесях;

- изучение свойства активированного минерального порошка, полученного из сланцевых пород;

- разработка технологии получения активного минерального порошка из сланцевых пород и изучение химического состава и зернового состава полученного активного минерального порошка;

- исследование влияния активированного минерального порошка из сланцевых пород на связывание битума с инертными материалами в асфальтобетонной смеси и физико-механические свойства асфальтобетонной смеси;

- изучение свойств прочности на сжатие и сдвигоустойчивость асфальтобетонной смеси, и исходя из этого исследование образования колеи и сдвига на покрытие;

- совершенствование метода увеличения срока службы асфальтобетона на основе механизма взаимодействия инертных материалов асфальтобетонной смеси с битумом и разработки оптимальных соотношений между ними;

- технико-экономическое обоснование применения активированного минерального порошка из сланцевых пород для производства асфальтобетона служащего в условиях высокотемпературной эксплуатации.

Объект исследования – асфальтобетонное покрытие автомобильных дорог.

Предмет исследования – асфальтобетонная смесь с активированным минеральным порошком, полученных из сланцевой породы.

Методы исследования. Экспериментальные исследования, лабораторные исследования, математическая статистика, методы регрессионного анализа.

Научная новизна исследования:

- установлено, при определении зернового состава и форм минеральных порошков под микроскопом, при лабораторных испытаниях путем добавления в асфальтобетонную смесь различных гранул, форма и степень мелкости частиц активированного минерального порошка из сланцевых пород зависят от изменения показателей плотности асфальтобетона, сдвигоустойчивости, прочности на сжатие, водопоглощения;

- определено, что в результате экспериментальных исследований связывание полученного вяжущего с инертным горным материалом в виде тонкой плёнки путем соединения активированного минерального порошка из сланцевых пород с битумом повышает прочность покрытия на сжатие и сдвигоустойчивость при высоких температурах;

- усовершенствован способ повышения прочности дорожной одежды в условиях высокотемпературных условий эксплуатации за счет выбора оптимальной зернистости асфальтобетонной смеси путем введения активированного минерального порошка, полученного из сланцевых пород, образующего битумное вяжущее;

- в результате экспериментальных исследований было установлено, что добавление на асфальтобетонную смесь активированного минерального порошка, полученного из сланцевых пород, приводит к повышению ударопрочности и прочности на сжатие при высоких температурах за счет уменьшения количества минерального порошка и связующего битума, тем самым предотвращая появление колеи на асфальтобетонном покрытии в течение эксплуатационного периода.

Практические результаты исследования:

- разработан технологический регламент получения активированного минерального порошка из сланцевых пород;

- была создана программа ЕВМ для прогнозирования колееобразования на дорожном покрытии в условиях высокотемпературной эксплуатации с учетом сдвигоустойчивости и прочности смеси на сжатие;

- разработаны оптимальный гранулометрический состав и технические условия применения активированных минеральных порошков, полученных из сланцевых пород, в мелкозернистой горячей плотной асфальтобетонной смеси;

- по результатам исследований при производстве мелкозернистой горячей плотной асфальтобетонной смеси экономия вяжущего битума составила 10,3 процента, сэкономлено 1 224 000 000 сум и 673 750 000 сум сэкономлено от минерального порошка.

Достоверность результатов исследования.

Достоверность результатов исследований объясняется тем, что исследования проводились по стандартизированной методике и современными и высокоточными цифровыми измерительными средствами, измерение физико-механических параметров асфальтобетонной смеси и их анализ проводились на основе правил математического моделирования, совместимость результатов теоретических и практических исследований объясняется результатами, полученными в ходе лабораторных испытаний.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований заключается в том, что активированный минеральный порошок из сланцевых пород образует с битумом битумное связующее, что приводит к повышению физико-механических характеристик асфальтобетона. В результате, это объясняется тем, что метод повышения прочности покрытия улучшен и приводит к увеличению прочности на сжатие и сдвигоустойчивости в условиях высокотемпературной эксплуатации.

Практическая значимость результатов исследований при добавлении в мелкозернистую горячую плотную асфальтобетонную смесь активированного минерального порошка из сланцевых пород плотность

увеличивается до 2,40 г/см³, а водонасыщение уменьшается вдвое, результатом является удвоение показателей прочности на сжатие и сдвигустойчивости покрытия при температуре 70 °С по сравнению с другими современными минеральными порошками, что объясняется уменьшением пластических колея в четыре раза при температуре 70 °С на покрытии в условиях высокотемпературной эксплуатации.

Внедрение результатов исследования. По результатам исследований по совершенствованию способа повышения долговечности асфальтобетонного покрытия дороги в условиях высокотемпературной эксплуатации:

изготовлен гранулированный состав для производства порошка активированного минерала из сланцевой породы в мелкозернистую горячую плотную асфальтобетонную смесь, а также подготовлена смесь на асфальтобетонном заводе и внедрена в практику на предприятиях, подведомственных Комитету по автомобильным дорогам (Справка № 03-1427 Комитета автомобильных дорог при Министерстве транспорта Республики Узбекистан от 23 мая 2023 года). В результате в лабораторных испытаниях, проведенных на асфальтобетонном покрытии, было обнаружено, что битум повышает свою активность за счет увеличения плотности и вдвое снижает водопоглощение;

активный минеральный порошок, полученный из сланцевой породы, соединяется с битумом, образуя битумное вяжущее и покрывая поверхность инертных материалов в виде тонкой пленки, внедрен в практику на предприятиях, подведомственных Комитету автомобильных дорог (Справка № 03-1427 Комитета автомобильных дорог при Министерстве транспорта Республики Узбекистан от 23 мая 2023 года). В результате достигнута удвоенная прочность на сжатие и стойкость к сдвигу покрытия при температуре 70 °С по сравнению с используемыми в настоящее время минеральными порошками;

оптимальный гранулированный состав, разработанный с использованием активированного минерального порошка, полученного из сланцевых пород в составе асфальтобетонной смеси, внедрен в практику на предприятиях, подведомственных Комитету автомобильных дорог (Справка № 03-1427 Комитета автомобильных дорог при Министерстве транспорта Республики Узбекистан от 23 мая 2023 года). В результате повышается прочность покрытия в условиях высокотемпературных условий эксплуатации.

разработанная методика применения на асфальтобетонную смесь активированного минерального порошка из сланцевых пород внедрена в практику на предприятиях, подведомственных Комитету по автомобильным дорогам. (Справка № 03-1427 Комитета автомобильных дорог при Министерстве транспорта Республики Узбекистан от 23 мая 2023 года). В результате при температуре 70 °С на покрытии образования пластиковых колея, составило 2,55 мм за 5 лет, а это в четыре раза меньше, чем указано в нормативных документах, а также в результате применения данного метода достигнута экономия связующего битума до 10.3%.

Апробация результатов исследования. Полученные результаты были представлены и обсуждены на 5 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях, включая одну статью, опубликованную в базе данных Scopus.

Публикация результатов исследования. В рамках данной темы было опубликовано 14 научных работ, в том числе 4 статей в научных изданиях, рекомендованных к публикации основных научных результатов докторских диссертаций ВАК РУз, из которых 4 статьи были опубликованы в республиканских и 5 статьи в зарубежных журналах. Также получено авторское свидетельство на одну программу ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации 109 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во вводной части диссертации обосновывается актуальность и необходимость проведения исследования, а также его соответствие приоритетным направлениям развития науки и техники в республике. Введение также включает описание целей, задач, объектов и предметов исследования, а также научную новизну, научную и практическую значимость результатов исследования. Там же отмечается внедрение результатов исследования, связь диссертационного исследования с исследовательскими планами университета, в котором выполнялась диссертация, а также апробация и публикации результатов исследования, и общая структура диссертации.

В первой главе диссертации под названием **"Пути повышения прочности асфальтобетонных покрытий, применение минеральных порошков, задачи разработки технологий их производства"** приведена информация о асфальтобетонных смесях, их разделению на различные виды в зависимости от типа и состава, а также их применению при различных условиях эксплуатации, прочности и физико-механических характеристик, также рассматривается процесс приготовления асфальтобетонной смеси путем нагревания крупных и мелких заполнителей инертных материалов с вяжущими.

Минеральные порошки, используемые при приготовлении асфальтобетонных смесей, получают измельчением известняка, доломита и других карбонатных пород в порошок. Исследования влияния минеральных порошков на прочность асфальтобетонного покрытия в зависимости от вида, состава и материала проводились многими учеными-исследователями зарубежных стран, стран СНГ и отечественными учеными-исследователями. Минеральные порошки считаются важными для повышения работоспособности и прочности асфальтобетонных смесей. Различные виды

минеральных порошков по-разному влияют на работоспособность асфальтобетонных смесей.

Свойства асфальтобетона напрямую зависят от вида асфальтового вяжущего, содержания крупных и мелких наполнителей, инертных материалов, структуры минерального порошка. Структура минерального порошка зависит от степени помола, формы поверхности и активности. Установлено, что применение активированных минеральных порошков оказывает существенное влияние на повышение прочности и стойкости асфальтобетонного покрытия при температуре выше 50 °С в условиях высокотемпературной эксплуатации.

Во второй главе диссертации под названием «**Исследование влияния минерального порошка на свойства асфальтобетонной смеси при повышении прочности покрытия в высокотемпературных условиях эксплуатации**» представлены сведения о видах сланцевых пород, выявленных на территории нашей страны, химическом составе минерального порошка, форме частиц, влиянии на физико-механические свойства асфальтобетона. По результатам исследований, проведенных на территории нашей страны, выявлено 5 различных видов сланцевых пород.

Активированный минеральный порошок, полученный из сланцевых пород Нуроботского района Самаркандской области Республики Узбекистан, был испытан в лабораторных условиях и сопоставлен с требованиями нормативного документа ТУ ГОСТ 16557-2005 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей». Результаты испытаний представлены в таблице 1 ниже.

Таблица 1

Наименование показателей	Единица измерения	Значение показателей		
		Нормативное значение	Полученное среднее значение	Соответствие нормативному документу
Естественная влажность	%	0-1,0	0,8	-
Зерновой состав, мм	1,25	Не менее 100	99,6	Соответствует
	0,315	Не менее 90	91,7	Соответствует
	0,071	Не менее 80	81,2	Соответствует
Плотность	г/см ³	не регулируется	2,6	Соответствует
Пористость, не менее	%	30	28,9	Соответствует
Набухания образца смеси битума с минеральным порошком		1,8	1,6	Соответствует

Активированный минеральный порошок из сланцевых пород по результатам испытаний соответствует требованиям, предъявляемым к минеральным порошкам, применяемым при производстве асфальтобетонных смесей.

На качество и прочность асфальтобетонных смесей большое влияние оказывает также степень мелкости минеральных порошков, форма их частиц. По этой причине активированные минеральные порошки из сланцевых пород, минеральные порошки из известняковых материалов и минеральные порошки из озокеритового материала подвергались микроскопическому анализу. Размеры частиц активированного минерального порошка, полученного из сланцевой породы, расположены в тесной последовательности. Преимущество этого в том, что заполнение между крупными и мелкими заполнителями в смеси позволяет практически полностью занять необходимую часть этим минеральным порошком. При микроскопическом анализе изучались гранулированный состав, количество и форма игольчатых и пластинчатых частиц минеральных порошков. Полученные результаты представлены на рис. 1.

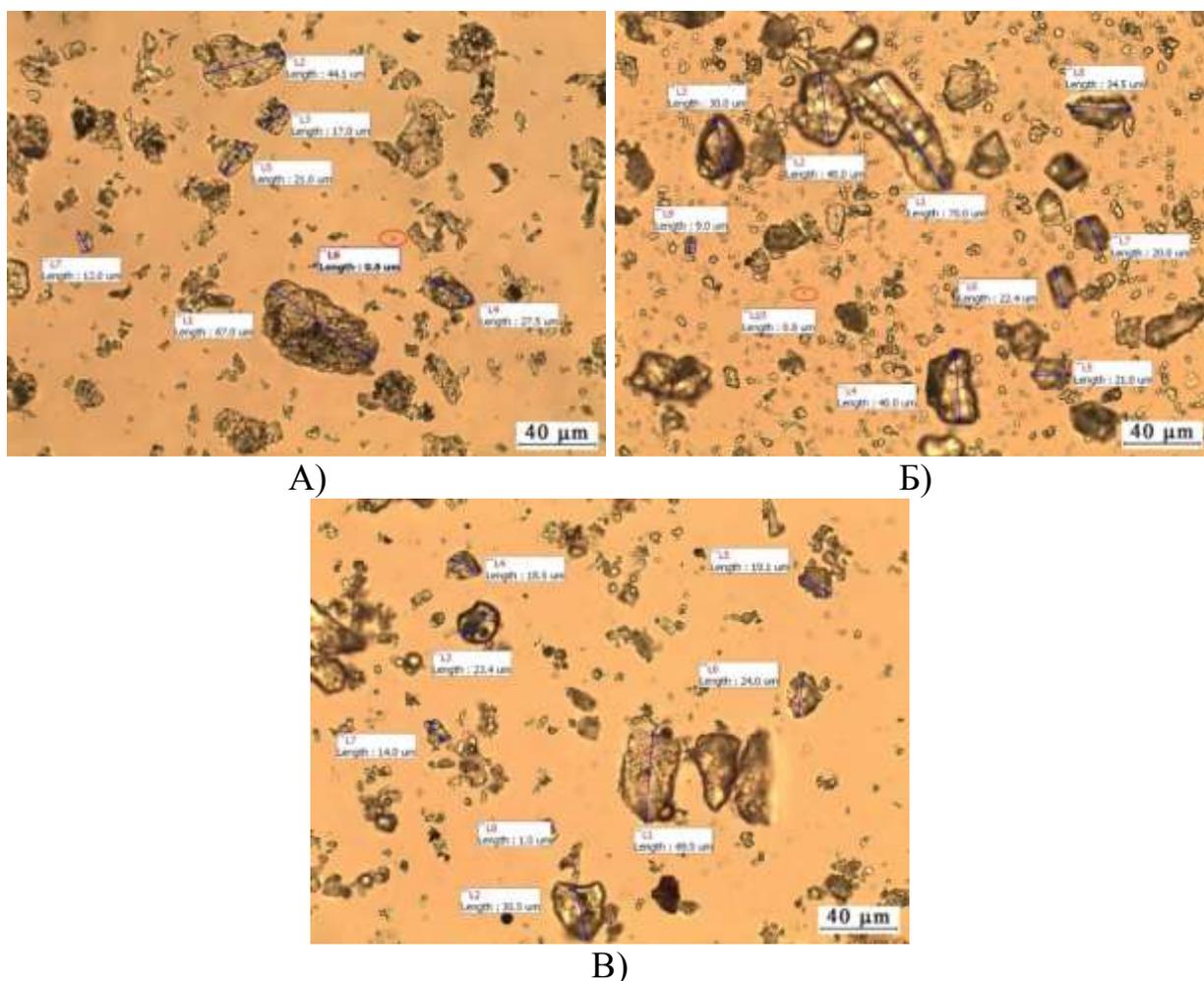


Рис. 1. Вид частиц 3 разных видов минерального порошка под оптическим микроскопом Motic VA 210

Оптически-микроскопический анализ минерального порошка, полученного из сланцевых пород, показал, что оно состоит из частиц следующих размеров:

L1- 67 мкм - 0,9%;

L2- 44,1 мкм – 1,78%;

L3- 17,0 мкм – 5,35%;
L4 – 27,5 мкм – 3,57%;
L5 – 21,0 мкм – 6,25 %;
L6- от 5,0 до 0,8 мкм - 71,42%;
L7- 12,0 мкм - 10,73%.

Определено, что минеральный порошок на 96,35 % состоит из частиц кубической формы, на 3,65 % — из игольчатых и пластинчатых частиц.

На основании приведенных выше результатов оптического анализа было проведено сравнение 3-х типов минеральных порошков и сделан следующий вывод:

Активированный минеральный порошок, полученный из сланцевой породы, отличался от минерального порошка, полученного из известняка, и минерального порошка, полученного из озокерита, кубическими частицами и очень низким содержанием игольчатых частиц. Основываясь на мировом опыте, а также на более ранних научных работах, количество кубических частиц в минеральном порошке влияет на связывание связующего с инертным каменным материалом асфальтобетонной смеси, что в конечном итоге способствует повышению прочности.

В процессе изучения химического состава минеральных порошков можно увидеть, что при увеличении количества алюминия на 20 % при производстве асфальтобетонных смесей минеральный порошок плохо сцепляется с битумом. По этой причине были проведены измерения содержания алюминия в минеральном порошке. При изучении результатов, полученных с помощью дефрактометра XRD-6100, было обнаружено, что активированный минеральный порошок из сланцевых пород, минеральный порошок озокерита и минеральный порошок известняка содержат менее 20 процентов алюминия. Это, в свою очередь, обеспечивает взаимодействие инертных материалов со связующим в составе покрытия.

В третьей главе диссертации под названием **«Экспериментальное исследование физико-механических свойств асфальтобетона с минеральным порошком из сланцевой породы, пригодного для высокотемпературных условий эксплуатации»** приведены результаты исследования показателей предела прочности на сжатие и предел прочности на сдвиг мелкозернистых асфальтобетонных смесей при температуре 60 °С и 70 °С в лабораторных условиях.

На территории нашей республики в летние месяцы при температуре воздуха 45 - 50 °С наблюдается повышение температуры на асфальтобетонных покрытиях до 65 - 70 °С.

В нашей республике температура асфальтобетонных покрытий в летние месяцы составляет 65 °С. Замечено, что она поднимается и до 70 °С. По этой причине были проведены лабораторные испытания прочности на сжатие и стойкость на сдвиг мелкозернистых горячих плотных асфальтобетонных смесей при температурах 60 °С и 70 °С и полученные результаты представлены в таблице 2.

Сравнение физико-механических свойств асфальтобетона с добавлением минеральных порошков по степени измельчения на основе результатов испытаний

Таблица-2

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателей				
		нормативное значение	Полученное среднее значение			
			1-й состав	2-й состав	3-й состав	4-й состав
Средняя плотность	г/см ³	не регулируется	2365	2401	2358	2337
Прочность на сжатие	МПа					
при 20 °С		2,5	4.13	4,57	4,25	4.40
при 50 °С		1,2	1,24	1,39	1,23	1,28
при 60 °С		нагрузка по	1.13	1.17	1,00	1,02
при 70 °С		требованиям госта	0,85	0,86	0,79	0,82
Водостойкость не менее		0,85	0,98	1.17	1.01	1,05
Количество вяжущего (битума) в составе	%	5-6.2	5.2	5.2	5.2	5.2
Водонасыщение	%	1,0-4,0	2423	1318	3,40	3,59
Прочность на сдвиг	МПа	0,81	0,81	0,84	0,83	0,81

В лабораторных условиях сланцевая порода измельчался до 0,071-0,00 мм. Установлено, что асфальтобетонная смесь с добавлением минерального порошка такого размера отличается по физико-механическим свойствам от остальных составов средней плотностью, водостойкостью, высокими показателями прочности на сжатие и сдвигустойчивостью при 20 °С, 50 °С, 60 °С и 70 °С и пониженной водонасыщающей способностью (рис. 2).

При добавлении в мелкозернистую горячую плотную асфальтобетонную смесь активированного минерального порошка, полученного из сланцевых пород, получены результаты физико-механических свойств прочности смеси при высокой температуре в лабораторных условиях в зависимости от содержания битума, представлены в таблице 3.

Наиболее высокие физико-механические показатели достигаются при введении вяжущего в количестве 5,2-5,4 % при использовании в составе мелкозернистой горячей плотной асфальтобетонной смеси минерального порошка, полученного из сланцевых пород. Увеличение количества вяжущего в асфальтобетонной смеси приводит к снижению сдвигустойчивости и прочности на сжатие в покрытии при высоких температурах.

Зависимость физико-механических показателей асфальтобетона с добавлением активированного минерального порошка из сланцевых пород от количества вяжущего

Таблица 3

Количество вяжущего, %	Средняя плотность, г/см ³	Водонасыщение, %	Водостойкость	Прочность на сжатие при 20 °С, МПа	Прочность на сжатие при 50 °С, МПа	Прочность на сжатие при 60 °С, МПа	Прочность на сжатие при 70 °С, МПа	Прочность на сдвиг, МПа
4.4	2,35	4,53	0,81	3,08	0,93	0,9	0,84	0,6
4,5	2,39	3,85	0,77	3,09	1,05	0,96	0,86	0,66
4,6	2,35	3,63	0,9	3,15	1,11	1,09	1,08	0,71
4,8	2,35	3,41	0,79	3,24	1,24	1,23	1,22	0,75
5	2,38	3,11	0,75	3,56	1,51	1,4	1,3	0,82
5,2	2,39	2,76	0,99	4,82	1,64	1,49	1,35	0,85
5,4	2,39	2,61	1,01	4,66	1,58	1,44	1,31	0,85
5,6	2,38	2,06	1,03	4,52	1,54	1,4	1,27	0,86
5,8	2,41	1,64	0,83	4,49	1,53	1,39	1,24	0,81
6	2,4	1,53	0,95	3,34	1,48	1,35	1,22	0,79
6,2	2,42	1,51	0,93	4,13	1,4	1,28	1,16	0,72
6,4	2,4	1,48	0,87	3,32	1,13	1,03	0,93	0,7

Сравнительный график результатов испытаний физико-механических свойств асфальтобетонной смеси в лабораторных условиях представлен на рис. 2.

Изменение водонасыщения и прочности на сжатие в зависимости от температуры и количества связующего

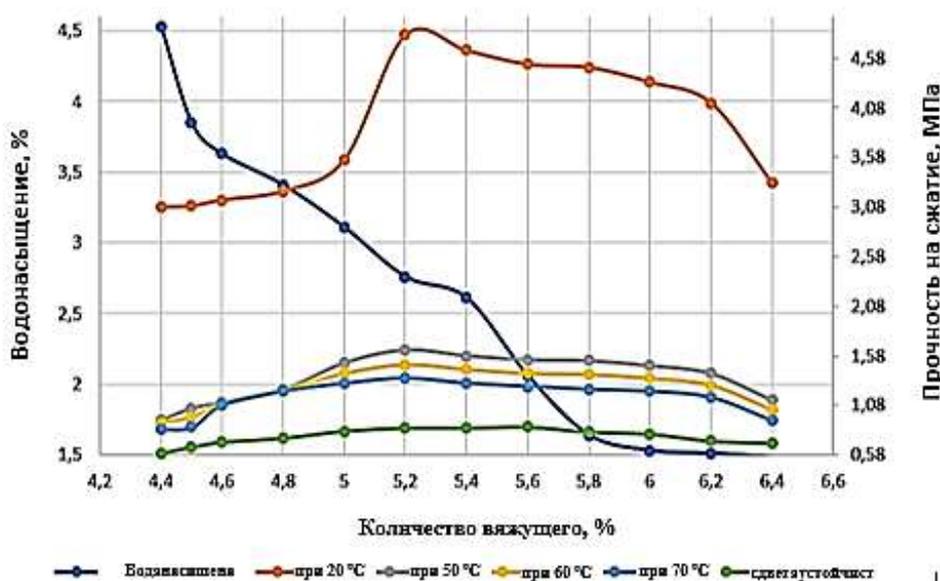


Рис. 2. График результатов испытаний физико-механических свойств асфальтобетонной смеси в лабораторных условиях при изменении количества связующего

Показатель вязкости характеризует вязкопластические свойства асфальтобетона. Поэтому деформационная стойкость асфальтобетона в летний сезон и его деформация при отрицательных температурах могут быть оценены путем его уравнивания с использованием постоянного физического показателя вязкости. Были проведены исследования с применением гранитного щебня с целью определения сдвигоустойчивости и прочности на сжатие асфальтобетонной смеси с добавлением активированного минерального порошка, полученного из сланцевых пород.

При этом испытания проводились в лабораторных условиях согласно нормативному документу ГОСТ12801.

Изменение сдвигоустойчивости и прочности на сжатие асфальтобетона с гранитным заполнителем (Марка 1400) в зависимости от изменения температуры и количества вяжущего в его составе.

Таблица 4.

Образец	сдвигоустойчивость	прочность на сжатие		
	$CD=1/6(3-tg@)*Rc$	p	φ	Rs _j
при температуре 20 °С				
5	1,18	17.06	40	4,27
5.2	1,27	17,84	40	4,46
5.4	1,22	17,97	40	4,49
5.6	1,23	16.05	40	4.01
При температуре 50 °С				
5	0,99	7,67	40	1,92
5.2	1,06	7,75	40	1,94
5.4	1.12	7,83	40	1,96
5.6	0,94	6.02	40	1,51
При температуре 60 °С				
5	0,83	5,62	40	1,41
5.2	0,82	5,79	40	1,45
5.4	0,78	5,8	40	1,45
5.6	0,77	5,73	40	1,43
При температуре 70 °С				
5	0,79	4,99	40	1,25
5.2	0,80	5,35	40	1,34
5.4	0,76	5.26	40	1,32
5.6	0,62	4.41	40	1.10

Проведены испытания на сдвигоустойчивость и прочность на сжатие асфальтобетонной смеси с активированным минеральным порошком,

полученным из сланцевых пород, в зависимости от температуры испытаний и содержания битума. Результаты измерений представлены на графике ниже.

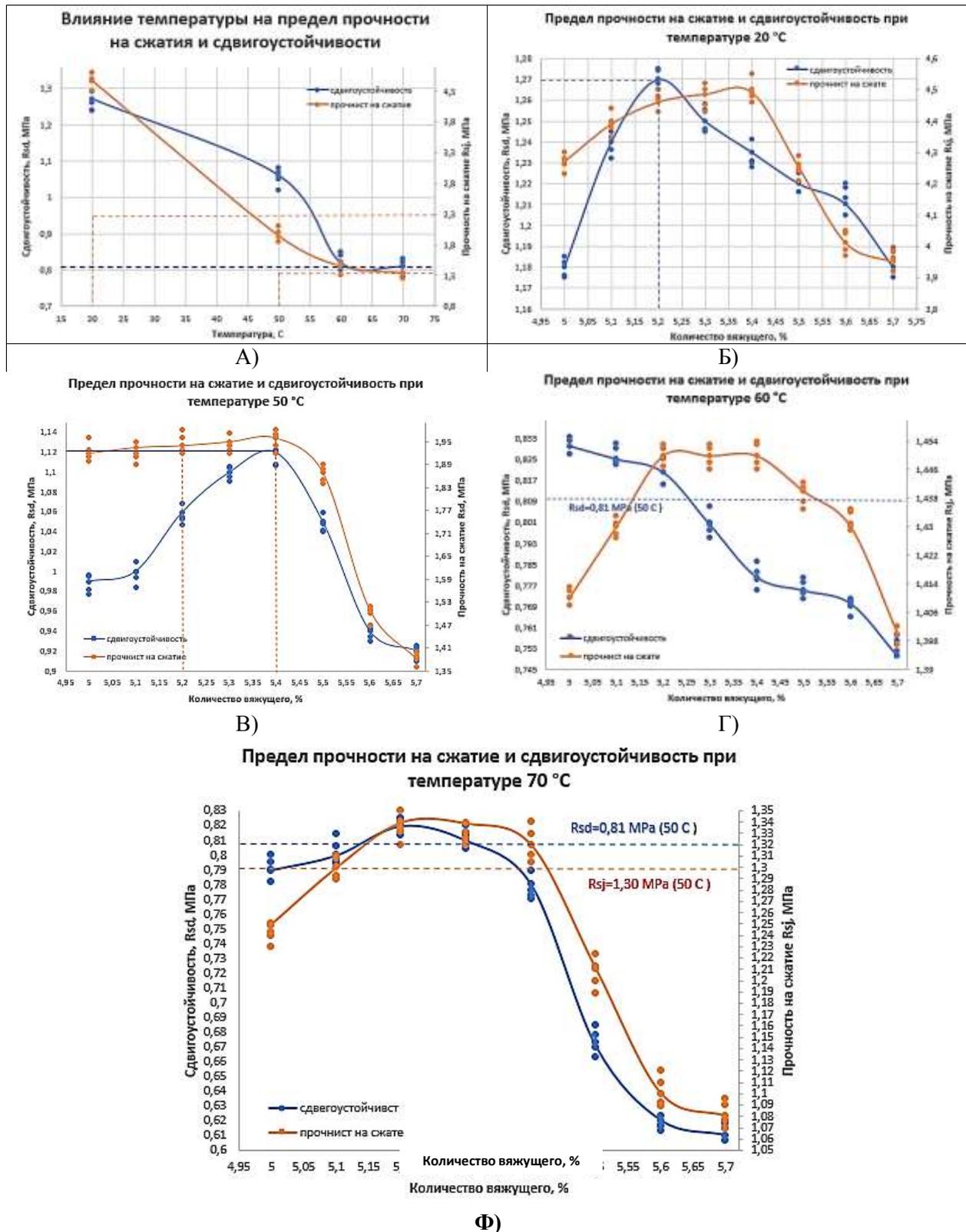


Рис. 3. Зависимость сдвигустойчивости и прочности на сжатие от температуры и изменение вяжущего при 20 °С, 50 °С, 60 °С, 70 °С.

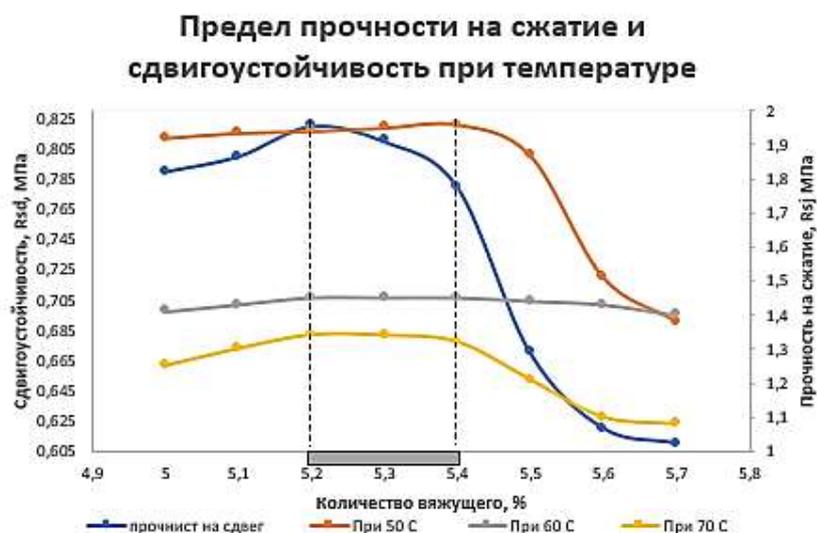


Рис. 4. Сравнение сдвигоустойчивости и прочности на сжатие в зависимости от изменения температуры при 20 °С, 50 °С, 60 °С, 70 °С.

Из приведенной таблицы и графиков видно, что показатели прочности на сжатие и сдвигоустойчивость асфальтобетонной смеси зависят от изменения температуры и количества вяжущего. Прочность на сжатие и сдвигоустойчивость асфальтобетонной смеси при высокой температуре достигалась при добавлении активированного минерального порошка, полученного из сланцевых пород, а количество вяжущего находилось в пределах 5,2-5,4%.

В четвертой части диссертации под названием «**Разработка рекомендаций по улучшению физико-механических показателей асфальтобетонной смеси с сланцевым минеральным порошком в условиях высокотемпературной эксплуатации**» приводятся данные об экономичности, прогнозировании колееобразования на покрытии в условиях высокотемпературной эксплуатации на основе показателей стойкости смеси к сдвигоустойчивости и прочности на сжатие. Эти показатели устанавливаются с использованием нормативных показателей прочности при сжатии со скоростью деформации 3 мм/мин, определяемой по ГОСТ 12801-98.

Коэффициент пластичности покрытия находится по следующей формуле.

$$m = \frac{(\ln R_{50}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln R_{50}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln t_3 - \ln t_{50})} \quad (1)$$

R_{50}^{50} , R_{50}^3 – показатели прочности при сжатии при температуре 50 °С, определяемые при двух скоростях деформирования (50 и 3 мм/мин соответственно), МПа;

$\ln 50 - \ln 3$ – время разрушения образцов, соответственно при скорости свободного хода поршня пресса 3 и 50 мм/мин, с.

t_3, t_{50} – предел прочности при 3 и 50 мм/мин, с.

Значения коэффициента пластичности асфальтобетонной смеси с минеральным порошком, полученным из гранитного щебня, песчаных и сланцевых пород, для температур 50 °С, 60 °С и 70 °С.

1) Коэффициент пластичности при 50 °С .

$$m = \frac{(\ln R_{50}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln 2.23 - \ln 1.94)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(0.802 - 0.663)}{(3.92 - 1.099)} = 0.05$$

2) Коэффициент пластичности при 60 °С .

$$m = \frac{(\ln R_{60}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln 1.72 - \ln 1.45)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(0.542 - 0.372)}{(3.92 - 1.099)} = 0.06$$

3) Коэффициент пластичности при температуре 70 °С .

$$m = \frac{(\ln R_{70}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln 1.68 - \ln 1.34)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(0.519 - 0.293)}{(3.92 - 1.099)} = 0.08$$

Определены значения коэффициента пластичности асфальтобетонной смеси с добавкой минерального порошка, полученного из доломитного щебня, песков и сланцевых пород, для температур 50 °С, 60 °С и 70 °С.

1) Коэффициент пластичности при 50 °С .

$$m = \frac{(\ln R_{50}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln 2.05 - \ln 1.74)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(0.718 - 0.554)}{(3.92 - 1.099)} = 0.06$$

2) Коэффициент пластичности при 60 °С .

$$m = \frac{(\ln R_{60}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln 1.69 - \ln 1.37)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(0.525 - 0.315)}{(3.92 - 1.099)} = 0.07$$

3) Коэффициент пластичности при 70 °С .

$$m = \frac{(\ln R_{70}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln 1.58 - \ln 1.33)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(0.457 - 0.285)}{(3.92 - 1.099)} = 0.07$$

Энергия активации вязко пластичного разрушения U , кДж/моль, вычисляется на основании значений прочности при сжатии при температурах 20 и 50 °С:

$$U = \frac{26.254(\ln R_{20} - \ln R_{50})}{m} \quad (2)$$

Здесь:

R_{20} , R_{50} – прочность на сжатие при 20 °С и 50 °С, МПа.

Определены значения прочности на сжатие асфальтобетонной смеси с минеральным порошком, полученным из гранитного щебня, песчаных и сланцевых пород, при температурах 50, 60 и 70 °С.

1) Прочность на сжатие при 50 °С

$$U = \frac{26.254(1.495 - 0.663)}{0.050} = 441.366$$

2) Прочность на сжатие при 60 °С

$$U = \frac{26.254(1.495 - 0.372)}{0.061} = 448.0.12$$

3) Прочность на сжатие при 70 °С

$$U = \frac{26.254(1.495 - 0.293)}{0.080} = 392.789$$

Градиент скорости необратимого сдвига при испытании цилиндрических асфальтобетонных образцов высотой 71,4 мм на сжатие при скорости 50 мм/мин принимается равным:

$$\gamma_d^1 = \frac{1}{3} * \frac{50}{71.4} * \frac{1}{60} = 0.0039\text{C}^{-1}$$

Расчетный срок службы покрытия запланирован на 5 лет или 5760 часов. Коэффициент, учитывающий вероятность прохождения колес автомобилей по одному следу, принят 0,2.

При определении максимальной температуры асфальтобетонного покрытия за основу принимают норматив абсолютной максимальной температуры воздуха, обеспеченность которой близка к 1. Максимальную расчетную температуру асфальтобетона на глубине 2 см от поверхности дорожного покрытия следует определять с 95%-ной надежностью по следующей эмпирической зависимости

$$T_{n+} = -0.0306T_{max}^2 + 3.8071T_{max} - 39 \quad (3)$$

Здесь:

T_{n+} – максимальная температура асфальтобетонного покрытия, °С

T_{max} – максимальная температура воздуха в климатическом районе дороги, °С

$$T_{n+} = -0.0306 * 45.9^2 + 3.8071 * 45.9 - 39 = 71.3$$

Минимальную температуру покрытия рассчитывали по формуле, адаптированной для территории Узбекистана.

$$T_{n-} = 0.859T_{min} + 1.7 \quad (4)$$

Здесь:

T_{n-} – Пятидневная температура наружного воздуха до 0,98 °С.

$$T_{n-} = 0.859T_{min} + 1.7 = 0.859 * 35.9 + 1.7 = -29$$

Вероятность распределения температуры покрытия между максимальным и минимальным значениями определяется на основании многолетних наблюдений за температурой воздуха в определенной местности по данным ближайшей метеостанции. Частотное распределение температуры характеризуется отношением времени работы дорожной

одежды при определенной температуре к общему расчетному сроку службы асфальтобетонного покрытия:

При отсутствии метеорологических данных следует руководствоваться эмпирической кривой распределения температур покрытия, совпадающей по форме с трапецией, площадь которой равна 1. Математически она представляется зависимостью

Математически эта связь представлена следующей формулой.

$$P(T) = \frac{T - T_{n-} + 2}{12(T_{n+} - T_{n-} - 8)}$$

$$P(T) = \frac{1}{(T_{n+} - T_{n-} - 8)}$$

$$P(T) = \frac{1}{(T_{n+} - T_{n-} - 8)} - \frac{T - T_{n-} + 2}{12(T_{n+} - T_{n-} - 8)}$$

$$P(-15) = \frac{-15 - (-29) + 2}{12(71.3 - (-29) - 8)} = 0.01455$$

$$P(25) = \frac{1}{(71.3 - (-29) - 8)} = 0.01082$$

$$P(70) = \frac{1}{(71.3 - (-29) - 8)} - \frac{70 - (-29) + 2}{12(71.3 - (-29) - 8)} = 0.00296$$

Численное интегрирование производится по формуле между максимальной и минимальной расчетными температурами покрытия, в качестве примера приведен расчет пластической деформации для дискретной температуры покрытия 60 °С.

$$\gamma = t_p \gamma_d \left[\frac{\tau_{max} - p \operatorname{tg} \varphi}{c_d} \right]^{1/m} \exp \left[-\frac{U}{R} \left(\frac{1}{273.15 + T} - \frac{1}{T_l} \right) \right] \quad (5)$$

Здесь:

t_p - расчетное время движения груза, с;

γ_d - градиент скорости необратимого сдвига при испытании асфальтобетонных образцов в лаборатории, с⁻¹;

τ_{max} - максимальное касательное напряжение, МПа;

p - удельное давление расчетной нагрузки, МПа;

$\operatorname{tg} \varphi$ - коэффициент внутреннего трения асфальтобетона;

c_d - показатель сцепления асфальтобетона, МПа;

m - коэффициент пластичности;

U - энергия активации вязкопластического деформирования и разрушения асфальтобетона, кДж/моль;

R - газовая постоянная 0,008314 кДж/°кмоль;

T_{n+} - максимальная расчетная температура покрытия, °С;

T_l - абсолютная температура испытываемых образцов в лаборатории 323,15 °К (50 °С).

Прогноз разрушений (деформаций) при температуре 70 °С дискретного покрытия через 5 лет для автомобильной дороги II категории из асфальтобетонной смеси с активированным минеральным порошком, полученным из гранитного щебня, песков и сланцевых пород:

$$\gamma = 192720 * 0.0039 \left[\frac{0.75 - 0.6244}{0.312} \right]^{0.05} 0.00296 \exp \left[- \frac{441.4}{0.008314} \left(\frac{1}{273.15 + 70} - \frac{1}{323.15} \right) \right] = 0.000899 = 0.0899\%$$

$$\gamma = 192720 * 0.0039 \left[\frac{0.75 - 0.5887}{0.312} \right]^{0.06} 0.00296 \exp \left[- \frac{486.0}{0.008314} \left(\frac{1}{273.15 + 70} - \frac{1}{333.15} \right) \right] = 0.007026 = 0.7026\%$$

$$\gamma = 192720 * 0.0039 \left[\frac{0.75 - 0.5404}{0.312} \right]^{0.08} 0.00296 \exp \left[- \frac{392.8}{0.008314} \left(\frac{1}{273.15 + 70} - \frac{1}{343.15} \right) \right] = 0.015744 = 1.5744\%$$

Прогноз разрушений (деформаций) при температуре 70 °С дискретного покрытия через 5 лет для автомобильной дороги II категории из асфальтобетонной смеси с минеральным порошком, полученным из гранитного щебня, песков и сланцевых пород:

$$\delta = \frac{9h^2 * \gamma}{2L} = \frac{9 * 60^2 * 0.00899}{2 * 1000} = 0.146 \text{ мм}$$

$$\delta = \frac{9h^2 * \gamma}{2L} = \frac{9 * 60^2 * 0.07026}{2 * 1000} = 1.138 \text{ мм}$$

$$\delta = \frac{9h^2 * \gamma}{2L} = \frac{9 * 60^2 * 1.5744}{2 * 1000} = 2.55 \text{ мм}$$

На основании прочности на сжатие и сдвигоустойчивости смеси прогнозировано образования колеи в покрытие, уложенной из мелкозернистой горячей плотной асфальтобетонной смеси с минеральным порошком из сланцевых пород при температуре выше 70 °С через 5 лет. По расчетам, на асфальтобетонном покрытии с добавлением щебня из гранитных пород за 5 лет эксплуатации толщина покрытия составила 6,0 см, а колеобразование 2,55 мм. Эти колеи образуются в результате того, что активированные минеральные порошки из сланцевых пород в смеси с битумом образуют битумное вяжущее, имеющее структуру покрытия в виде тонкой пленки на поверхности инертных материалов.

Экономическая эффективность применения тех или иных решений в дорожных покрытиях объясняется тем, что дорожные предприятия и участники дорожного движения имеют меньшие затраты и потери при использовании автомобильных дорог. Существует несколько методов оценки экономической эффективности выполненных работ, наиболее

распространенный и популярный из которых основан на понесенных затратах. Этот метод требует сложных расчетов.

При определении экономической эффективности, которая достигается за счет увеличения срока службы покрытия при использовании автомобильных дорог, рекомендуются следующие показатели:

- экономическая эффективность за счет увеличения межремонтного интервала автомобильных покрытий;
- экономическая эффективность в результате улучшения условий вождения автомобилей;
- экономическая эффективность за счет увеличения срока службы асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.

Расход минерального порошка, используемого для производства мелкозернистой горячей плотной асфальтобетонной смеси, находится по следующей формуле:

$$S = S_{a/b} * S_{mk} \%, \quad (6)$$

здесь;

$S_{a/b}$ = количество асфальтобетона, т

S_{mk} = расход минерального порошка, %

Используя приведенную выше формулу, был рассчитан расход минеральных порошков озокерита и известняка, используемых для производства 1,0 тонны мелкозернистой горячей плотной асфальтобетонной смеси, а также активированного минерального порошка из рекомендуемых сланцевых пород:

$$S_{оз} = 1000 * 8,1\% = 81 \text{ кг}$$

$$S_{из} = 1000 * 7,5\% = 75 \text{ кг}$$

$$S_{сл} = 1000 * 4,0\% = 40 \text{ кг}$$

Экономия расхода минерального порошка известняка, используемого при производстве 1,0 тонны мелкозернистой горячей плотной асфальтобетонной смеси, а также активированного минерального порошка, полученного из рекомендуемых сланцевых пород, определяется по формуле:

$$S_{ам} = S_{из} * S_{сл} = 75 - 40 = 35 \text{ кг},$$

здесь;

$S_{из}$ - минеральный порошок, полученный из известняка,

$S_{сл}$ - активированный минеральный порошок, полученный из сланцевых пород.

В среднем на асфальтобетонных заводах в Джизакской области производится 50 000 тонн горячей плотной асфальтобетонной смеси с мелкими зернами. Отсюда определяли годовую экономическую эффективность минерального порошка по следующему выражению:

$$\sum S_{sam} = V * S_{ам} = 50000 * \frac{35}{1000} = 1750 \text{ tonna}$$

$$S_{sam}^{so'm} = \sum S_{sam} * Q_{yim} = 1750 * 385000 = 673\,750\,000 \text{ сум}$$

Здесь:

V – годовой производства асфальтобетонной смеси, т

S_{am} – экономия минерального порошка, кг

Q_{yim} – Цена 1 тонны минерального порошка, сум

$S_{sam}^{so'm}$ – экономическая эффективность, сум

При производстве мелкозернистого горячего плотного асфальтобетона с добавлением активированного минерального порошка, полученного из сланцевых горных пород, достигнута экономическая эффективность на 673 750 000 (Шестьсот семьдесят три миллиона семьсот пятьдесят тысяч) сумов.

Количество вяжущего в асфальтобетонной смеси находится по следующей формуле:

$$N = N_{a/b} * T_b \%, \quad (7)$$

Здесь:

$N_{a/b}$ – количество асфальтобетона, кг

T_b – расход битума, %

По приведенной формуле был рассчитан расход битума на производство 1,0 т мелкозернистой горячей плотной асфальтобетонной смеси:

$$N_{oz} = 1000 * 5,6\% = 56 \text{ кг}$$

$$N_{bx} = 1000 * 5,8\% = 58 \text{ кг}$$

$$N_{cl} = 1000 * 5,2\% = 52 \text{ кг.}$$

Экономия расхода битума при использовании известнякового минерального порошка, используемого при производстве 1,0 т мелкозернистой горячей плотной асфальтобетонной смеси, и активированных минеральных порошков, полученных из рекомендуемой сланцевой породы, определялась по следующей формуле.

$$T_{b/s} = N_{ox} * N_{sl} = 58 - 52 = 6 \text{ kg}(10,3\%)$$

Здесь;

S_{ox} – асфальтобетон с добавлением минеральным порошком из полученного из известняка.

S_{sl} – асфальтобетон с добавлением активированного минерального порошка, полученного из сланцевых пород.

В среднем на асфальтобетонных заводах в Джизакской области производится 50 000 тонна мелкозернистый горячий плотной асфальтобетонной смеси. Отсюда экономическая эффективность вяжущего битума за 1,0 года при использовании активного минерального порошка, полученного из горных пород, определяется следующим выражением:

$$\sum n_{sam} = V * T_{b/s} = 50000 * \frac{6}{1000} = 300 \text{ tonna}$$

$$T_{sam}^{so'm} = \sum n_{sam} * Q_{yim} = 300 * 4\,080\,000 = 1\,224\,000\,000 \text{ сум}$$

Здесь:

V – годовой производства асфальтобетонной смеси, т

n_{am} – экономия вяжущего, кг

Q_{yim} – цена 1,0 тонны битума, сум

$T_{sam}^{so'm}$ - экономическая эффективность, сум

Использовании активированного минерального порошка, полученного из сланцевых пород в Джизакской области, для производства мелкозернистой горячей плотной асфальтобетонной смеси экономия вяжущего битума составила 10,3 процента, а экономическая эффективность составила 1 224 000 000 (один миллиард двести двадцать четыре миллионов) сумов.

При применении активированного минерального порошка, полученного из сланцевых пород, исходя из величины расхода связующего в мелкозернистой горячей плотной асфальтобетонной смеси, а также количества расхода минерального порошка, экономическая эффективность рассчитывалась по формуле:

$$\sum S_{is} = T_{sam}^{so'm} + S_{sam}^{so'm} = 1\,224\,000\,000 + 673\,750\,000 = 1\,897\,750\,000$$

При производстве мелкозернистого горячего плотного асфальтобетона, обеспечивающего прочность дороги в условиях высокотемпературной эксплуатации, за год экономическая эффективность по Джизакской области достигнет 1 897 750 000 (Один миллиард восемьсот девяносто семь миллионов семьсот пятьдесят тысяч) сумов.

ВЫВОДЫ

В результате исследований, выполненных по диссертационной работе доктора философских наук (PhD) на тему «**Совершенствование способа повышения долговечности асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог в условиях высоких температур**», были сделаны следующие выводы:

1. Использование минеральных порошков, полученных из сланцевых пород, в качестве минерального порошка в горячих асфальтобетонных смесях для устройства дорожных покрытий повышает среднюю плотность, водостойкость и активность вяжущего асфальтобетонного покрытия, приводит к снижению водонасыщаемости, улучшает вязкость минеральной части смеси и повышает прочность смеси.
2. При оптико-микроскопическом анализе активированного минерального порошка из сланцевых пород было установлено, что он на 96,35% состоит из частиц кубической формы и на 3,65% из частиц игольчатой и пластинчатой формы.
3. Исходя из мирового опыта и предшествующих научных работ, количество кубических частиц в составе минерального порошка влияет на сцепление асфальтобетонной смеси с инертным каменным материалом и служит повышению прочности.
4. Активированный минеральный порошок, полученный из сланцевых пород, повышает активность вяжущего битума в асфальтобетонной смеси, а инертные материалы образуют на поверхности асфальтеновое вещество. Повышается плотность асфальтобетонной смеси и снижается водонасыщаемость, в результате чего повышаются прочность на сжатие, водостойкость, сдвигоустойчивость покрытия.

5. Активированные минеральные порошки, полученные из сланцевых пород, производят со 100%-ным прохождением через сито 0,071 мм, что соответствует требованиям действующего нормативного документа, и в смесь добавляют небольшое количество вяжущего. В результате за счет повышения прочности на сжатие на поверхности дорожных покрытий препятствуют колееобразованию, которые считаются одной из самых актуальных проблем на автомобильных дорогах нашей республики.

6. На основании показателей прочности смеси на сжатие и сдвигустойчивости при температуре выше 70 °С, за 5-летний период эксплуатации прогнозировалось колееобразование в мелкозернистом горячем плотном асфальтобетонном покрытии с добавлением активированного минерального порошка, полученного из сланцевых пород. По расчетам, из асфальтобетонного покрытия с добавлением щебня, полученного из гранитных пород, за 5 лет эксплуатации при толщине покрытия 6,0 см образовались колеи равные 2,55 мм. Эти следы образуются в результате активации минеральных порошков из сланцевых пород в смеси, образующей битумное вяжущее и образующей тонкую пленку на поверхности инертных материалов.

7. В Джизакской области за один год за счет использования активированного минерального порошка, полученного из сланцевых пород, в производстве мелкозернистого горячего плотного асфальтобетона, который обеспечивает прочность дороги в условиях высоких температур эксплуатации) достигается экономическая эффективность 1 897 750 000 (один миллиард восемьсот девяносто семь миллионов семьсот пятьдесят тысяч) сум.

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

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

BURIEV SHUHRAT KHAMIDOVICH

**IMPROVEMENT OF THE METHOD OF INCREASING THE
DURABILITY OF THE ASPHALT CONCRETE ROAD UNDER HIGH
TEMPERATURE OPERATION CONDITIONS**

**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 - 2023

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 № B2022.3.PhD/T3183.

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:

Sadiqov Ibragim Salixovich

doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Axmedov Sherzod Baxodirovich

doctor of philosophy (PhD), docent

Qosimov Ibrohim Erkinovich

doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

Jizzakh polytechnical institute

The defense will take place “_____” _____ 2023 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. Adylkhodzhaeva, 1. Tel./fax: (99871) 293-57-54, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru)

Abstract of the dissertation sent out on “_____” _____ 2023 y.
(mailing report No. _____ on “_____” _____ 2023 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

M.X.Miralimov

Deputy chairman of the
academic seminar under the scientific council
awarding scientific degrees, doctor of technical
sciences, docent

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

The aim of the study is to improve the method of increasing the durability of asphalt concrete pavement through the use of mineral powder obtained from shale rocks under high-temperature operation.

Research objectives:

- study of the properties of shale rock, the mechanism of its interaction with bitumen and substantiation of the possibility of using it as a mineral powder in asphalt concrete mixtures;
- study of the properties of activated mineral powder obtained from shale rocks;
- development of technology for obtaining active mineral powder from shale rocks and study of the chemical composition and grain composition of the obtained active mineral powder;
- study of the effect of activated mineral powder from shale rocks on the binding of bitumen with inert materials in the asphalt concrete mixture and the physical and mechanical properties of the asphalt concrete mixture;
- study of the properties of compressive strength and shear resistance of the asphalt concrete mixture, and based on this, the study of rutting and shear on the pavement;
- improvement of the method of increasing the service life of asphalt concrete based on the mechanism of interaction of inert materials of the asphalt concrete mixture with bitumen and the development of optimal ratios between them;
- feasibility study for the use of activated mineral powder from shale rocks for the production of asphalt concrete serving in high-temperature operation.

The object of study is the asphalt concrete pavement of roads.

The scientific novelty of the research is as follows:

- it has been established that when determining the grain composition and forms of mineral powders under a microscope, in laboratory tests by adding various granules to the asphalt concrete mixture, the shape and fineness of the particles of activated mineral powder from shale rocks depend on changes in the density of asphalt concrete, shear resistance, compressive strength, water absorption;
- it was determined that as a result of experimental studies, the binding of the resulting binder with an inert rock material in the form of a thin film by combining an activated mineral powder from shale rocks with bitumen increases the compressive strength of the coating and shear resistance at high temperatures.;
- the method of increasing the strength of pavement under high-temperature operating conditions has been improved by choosing the optimal granularity of the asphalt concrete mixture by introducing an activated mineral powder obtained from shale rocks, forming a bituminous binder;
- as a result of experimental studies, it was found that the addition of activated mineral powder obtained from shale rocks to the asphalt concrete mixture leads to an increase in impact resistance and compressive strength at high

temperatures by reducing the amount of mineral powder and binder bitumen, thereby preventing the appearance of ruts on the asphalt concrete pavement during the operating period.

The practical results of study are as follows:

- a technological procedure for obtaining activated mineral powder from shale rocks has been developed;

- a computer program was created to predict rutting on the road surface under high-temperature operation, taking into account the shear stability and compressive strength of the mixture;

- the optimal granulometric composition and technical conditions for the use of activated mineral powders obtained from shale rocks in fine-grained hot dense asphalt concrete mix have been developed;

- according to the results of research in the production of fine-grained hot dense asphalt concrete mix, the saving of binder bitumen was 10.3 percent, 1,224,000,000 soums were saved and 673,750,000 soums were saved from mineral powder.

Scientific and practical significance of research results. The scientific significance of the research results lies in the fact that the activated mineral powder from shale rocks forms a bituminous binder with bitumen, which leads to an increase in the physical and mechanical characteristics of asphalt concrete. As a result, this is because the method of increasing the strength of the coating is improved and leads to an increase in compressive strength and shear resistance under high-temperature service.

The practical significance of the research results when activated mineral powder from shale rocks is added to a fine-grained hot dense asphalt concrete mixture increases the density to 2.40 g / cm^3 , and the water absorption decreases by half, the result is a doubling of the compressive strength and shear resistance of the coating at a temperature of $70 \text{ }^\circ\text{C}$ compared with other modern mineral powders, which is explained by a fourfold decrease in plastic ruts at a temperature of $70 \text{ }^\circ\text{C}$ on the coating under high-temperature operation.

Appobation of research results. The results of the research were presented and discussed at 5 international (including 1 Scopus) and 4 national scientific-practical conferences.

Publication of research results. A total of 14 scientific works were published on the subject of the dissertation, of which 4 articles were published in scientific publications recommended for publication of the main scientific results of doctoral dissertations of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, 4 of them were published in national and 5 foreign magazines. Author certificates for 1 computer program have also been issued.

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 109 pages.

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

I bo'lim (I часть; I-part)

1. I.S. Sodiqov, Sh.X. Buriyev, A.M.Karabayev, "Slanesli tog' jinslaridan olingan mineral kukunning optimal donadorlik tarkibini asfaltobeton qorishmalarining yuqori haroratda qoplama mustaxkamligini oshirishga ta'siri" Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand Davlat Arxitektura-Qurilish Institutining, "Me'morchilik va qurilish muammolari" ilmiy-texnik jurnali, 2022 yil. №1 B-3-7 (05.00.00, №14)

2. I.S. Sodiqov, Sh.X. Buriyev, "Effect of mineral powder obtained from shale rocks on production of reinforced asphalt concrete mixtures", 2022 yil №2 B-33-36 Available at: Vol. 2 No. 2 (2022): Harvard Educational and Scientific Review (05.00.00, №4).

3. I.S. Sodiqov, Sh.X. Buriyev, A.M. Karabayev, "The method of increasing the performance indicators of the asphalt concrete mixture with the addition of mineral powder obtained from shale rocks, taking into account the operational conditions of the asphalt concrete pavement", 2022 yil №2 B-23-33 Available at:Vol. 2 No. 2 (2022): Harvard Educational and Scientific Review (05.00.00, №4).

4. I.S. Sodiqov, Sh.X.Buriyev, Investigation of the effect of shale mineral powder on the physical and mechanical properties of asphalt concrete" 2021 yil №2 B-35-45 Available at: Vol. 1 No. 1 (2021): Harvard Educational and Scientific Review (05.00.00, №4).

II bo'lim (II часть; II part)

5. Sh.X. Buriyev, Sh.Davranov, Y.Kuchkarov, I. Saydakberova "The effect of shali mineral powder on the strength of asphalt concrete", E3S Web of Conferences Vol. 264, 02052 02 June 2021 №2 B-1-10 Available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126402052> (№3 Scopus)

6. I.S. Sodiqov, Sh.X.Buriyev "Slanesli mineral kukunning asfaltobeton qorishmasi suv shimuvchanligiga ta'sirini tadqiq qilish", "Xotin qizlarning fan, ta'lim, madaniyat va innovasion texnologiyalarni rivojlantirish sohasidagi yutuqlari mavzuidagi xalqaro ilmiy-amaliy materiallari" Jizzax politexnika instituti. 17.05.2019 2-tom. 437 bet.

7. I.S. Sodiqov, Sh.X.Buriyev "Slanesli mineral kukunlarning asfaltobeton qorishmalari mustaxkamligiga ta'siri", "Faol investitsiyalar va ijtimoiy rivojlantirish yili" ga bag'ishlangan iqtidorli yoshlarning oliy o'quv yurtlariaro ilmiy-texnik anjumani" TAYLQEI instituti 14.05.2019; 195-bet

8. I.S. Sodiqov, Sh.X.Buriyev “Maxalliy xom ashyolardan slanesli mineral kukunlarni olish va uni asfaltobeton qorishmasining fizik-mexanik xossalariga ta’siri”, “Global Hamkorlik-Barqaror taraqqiyot sharti va kafolati” ilmiy anjuman TAYLQEI 2019 yil. 300 bet

9. I.S. Sodiqov, Sh.X.Buriyev “Faollashgan mineral kukunni asfaltobetonga ta’sirini o’rganish”, Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте инновационные технологии в строительстве ТИИЖТ 2019; 45-bet

10. I.S. Sodiqov, Sh.X. Buriyev, “Slanesli tog’ jinslaridan olingan mineral kukunning asfaltobeton qorishmalarining fizik-mexanik xususiyatlariga ta’siri” Transportda resurs tejamkor texnologiyalar” Toshkent 2021-yil.184-187 bet.

11. I.S. Sodiqov, Sh.X. Buriyev “Влияние минерального порошка, полученного из горных пород, на физико-механические свойства асфальтобетонных смесей”, Белорусский национальный технический университет, Факультет транспортных коммуникаций. Дорожное строительство и его инженерное обеспечение (Материалы Международной научно-технической конференции) 7, 2021-yil. 135-138 bet.

12. I.S. Sodiqov, Sh.X. Buriyev, “Asfaltobeton qorishmasi ishlab chiqarishda qo’llaniladigan maxalliy xom ashyolardan olingan mineral kukunlarni donadorlik tarkibi, zarralari va tuzilish shaklini asfaltobetonning fizik-mexanik xossalariga ta’siri” Jizzax Politexnika instituti , “Ishlab chiqarishning texnik muhandislik va texnologik muammolarining inovatsion yechimlari” xalqaro ilmiy texnik anjuman. 28.10.2022. 615-bet.

13. I.S. Sodiqov, Sh.X. Buriyev, A.M. Karabayev, “Оптически-микроскопический анализ минерального порошка из сланцевых горных пород”, Белорусский национальный технический университет “Дорожное строительство и его инженерное обеспечение. Материалы III Международной научно-технической конференции”. 28 октября 2022 г. стр.68

14. Sadikov Ibragim Salixovich, Buriyev Shuxrat Xamidovich, Turdiyev Sharofiddin Po’lotovich, Yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitda qoplamada g’ildirak izlarini kelib chiqishini qorishma surilishga chidamliligi va siqlishga mustahkamligini hisobga olgan holda prognozlash dasturi ta’minoti. (№ DGU 20235177) 2023.

Avtoreferat «TDTU Xabarnomasi» ilmiy-texnik jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazildi va o'zbek, rus tillaridagi matnlarining mosligi tekshirildi.



Нусха кўпайтирувчи: ЯТТ «**Ризаев М.Х.**».
Босишга рухсат этилди: 25.08.2023й.
Бичими: 21x30¹/₂. Адади: 100 нусха.
Тошкент, Фаровон 4-тор кўча, 35.
Тел: (+998) 97 737 23 01