



YO‘L TO‘SHAMASI ASOSLARINI MUSTAHKAMLASH USULLARI TAHLILI

t.f.d., prof. Sodiqov I. S.

Toshkent Davlat Transport Universiteti

Mustaqil tadqiqotchi. Otaxonov S. S.

Toshkent Davlat Transport Universiteti

Magistrant. Sharipov A. R.

Toshkent Davlat Transport Universiteti

Anotatsiya:

Ushbu maqolada yo‘l to‘shamasi asoslarini mustahkamlashning zamonaviy usullari, ularning afzallik va kamchiliklari, shuningdek, polimer va mineral kompozitsiyalarning qo‘llanilishi tahlil qilinadi. Yo‘l to‘shamasining chidamliligi va uzoq muddatli xizmatini ta‘minlashda asos qatlamini mustahkamlash muhim omil hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: yo‘l to‘shamasi, asos qatlamini mustahkamlash, polimer-mineral kompozitsiyalar, geosintetik materiallar, stabilizatsiya, tolali mustahkamlash, grunt zichlash, kimyoviy qo‘shimchalar, yo‘l infratuzilmasi, mexanik barqarorlik.

Kirish

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti tomonidan avtomobil yo‘llarini rivojlantirish va yo‘l tarmog‘ini takomillashtirishga katta e‘tibor qaratilmoqa. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 28-fevraldagi PF-27-sonli Farmon – “2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi”, 2023-yil 10-oktabrdagi qaror – “Yo‘l xo‘jaligi sohasini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” kabilarda yo‘l xo‘jaligida zamonaviy texnologiyalarni joriy etish uchun ko‘rsatmalar berilgan [1].

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-4947-sonli farmoni bilan tasdiqlangan 2017 — 2021 yillarda O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor



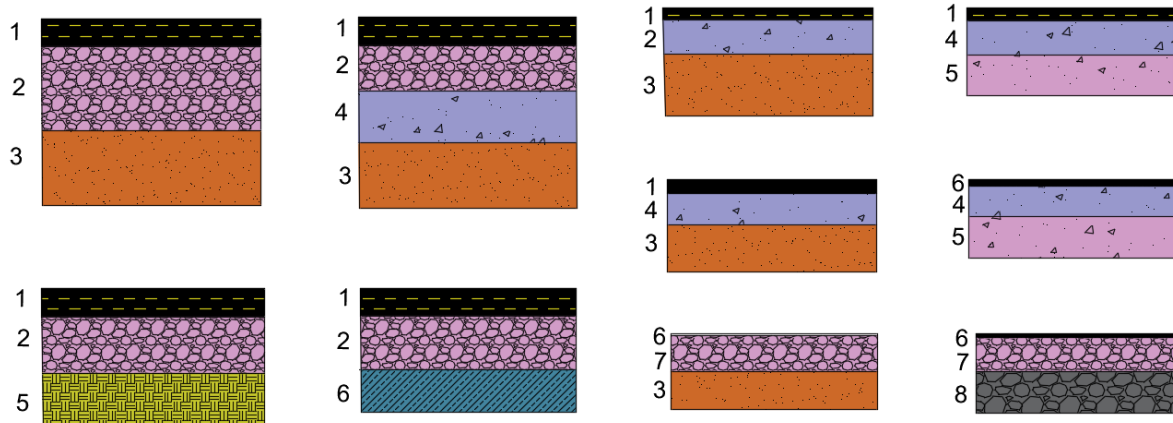
yoʻnalishi boʻyicha Harakatlar strategiyasida, PF-4954-sonli “Yoʻl xoʻjaligini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora tadbirlari toʻgʻrisida”gi farmonida, PQ-3262-sonli “Avtomobil yoʻllarini koʻkalamzorlashtirish va arxitektura-landshaft konstruksiyalash tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari toʻgʻrisida”gi qarorida, PQ-3309-sonli “Avtomobil yoʻllari koʻpriklarini, yoʻl oʻtkazgichlar va boshqa sunʼiy inshootlarni qurish hamda foydalanishni tashkil etish tizimini takomillashtirish toʻgʻrisida”gi qarorida, PQ-4035-sonli “Avtomobil yoʻllarini qurish va ulardan foydalanish sohasida ishlarni tashkil etishning ilgʻor xorijiy uslublarini joriy etish chora-tadbirlari toʻgʻrisida”gi qarorida yoʻl xoʻjaligini rivojlantirish va avtomobil yoʻllari tarmogʻini takomillashtirish masalalari ustuvor vazifalar qilib belgilangan [2], [3], [4], [5], [6].

Yoʻl qurilishi muhandisligi sohasida toʻshama asosining barqarorligi va mustahkamligi muhim texnik mezonlardan biri hisoblanadi. Asos qatlamining yetarlicha kuchsizligi yoʻl sirtida notekisliklar, choʻkishlar va yorilishlarga sabab boʻladi. Shu bois, toʻshama asoslarini mustahkamlash usullari har doim ilmiy-tadqiqotlarning dolzarb yoʻnalishi boʻlib kelmoqda

Mustahkamlash usullari tabiiy grunt xususiyatlariga, iqlim sharoitlariga va transport yuklariga bogʻliq holda tanlanadi. Soʻnggi yillarda anʼanaviy usullar bilan birga zamonaviy polimer-mineral kompozitsiyalar, geosintetik materiallar, tolalar va kimyoviy stabilizatorlar asosida yoʻl asoslarini mustahkamlash keng tarqalmoqda [7].

Asosiy qism

Yoʻl toʻshamasi asoslari — avtomobil yoʻlining barqarorligi va chidamliligini taʼminlovchi eng muhim qatlamlardan biridir. Asos qatlamining sifati yoʻlning uzoq muddat xizmat qilishida bevosita rol oʻynaydi. Shu sababli toʻshama materiallarini tanlashda, ularni yotqizish va zichlash jarayonlarida belgilangan texnik meʼyorlarga qatʼiy rioya qilinadi. ShNK, 2. 05. 02-07 ga koʻra yoʻl toʻshamasining turlari, qoplamaning asosiy koʻrinishlari va ularni qoʻllash doirasi 31-jadvalda keltirilgan.



1-rasm. Ekvivalent modullari $E \approx 60-70$ MPa li yuqori toifali nobikr yo'l to'shamalarining tuzulmalari: 1-ikki qatlamli asfaltbeton; 2-saralangan chaqilgan tosh; 3-qum; 4 - shlak; 5 - bog'lovchilar bilan ishlov berilgan grunt; 6 - kam miqdorda bog'lovchilar bilan ishlov berilgan grunt.

2-rasm. Ekvivalent modullari $E \approx 50-35$ MPa li yuqori toifali nobikr yo'l to'shamalarining tuzulmalari: 1-bir qatlamli asfaltbeton; 2- kuyindi; 3-qum; 4-chaqiq tosh; 5- shag'al; 6- ustki ishlov qatlami; 7-saralangan chaqiq tosh; 8- kam mustahkamlikka ega bo'lgan tosh materiallari.

3.1-jadval.

Ishchi qatlam grunti	Yo'l-iqlim mintaqalar doirasida qoplama yuzasining eng kam ko'tarilishi, m			
	I	II	III	IV
Mayda qum, yengil yirik supes, yengil supes	0,5/0,3	0,6/0,4	0,4/0,2	0,9/0,7
Changsimon qum, changsimon supes	0,8/0,5	1,0/0,6	0,7/0,4	1,2/0,9
Yengil suglinok, og'ir suglinok,	1,1/0,8	1,3/1,0	1,0/0,7	1,5/1,2
Og'ir changsimon supes yengil changsimon suglinok, og'ir changsimon suglinok	1,2/0,8	1,4/1,0	1,1/0,7	1,6/1,2

ShNK 2.05.02-07 ga asosan yo‘l to‘shmasi qatlamlari qalinliklari 3.2-jadvalda keltirilgandan kam bo‘lmagan qiymatlarda qabul qilinishi lozim [8].

3.2-jadval.

Gruntning zichlashdagi namligi, me'yoriy namlikka nisbatan	Changsimon supes			Changsimon ogʻir supes changsimon yengil suglinok			Changsimon ogʻir supes, changsimon loy		
	Zichlanish koeffisienti								
	0,95	0,98	1,0	0,95	0,98	1,0	0,95	0,98	1,0
0,7	2,0	1,4	1,2	2,2	1,7	1,5	2,3	1,9	1,7
0,8	1,9	1,2	1,0	2,1	1,3	1,2	2,2	1,6	1,4
0,9	1,7	1,0	0,8	1,9	1,2	1,0	2,0	1,4	1,2
1,0	1,5	1,0	0,8	1,7	1,2	0,9	1,9	1,4	1,0

Yo‘l to‘shamasini an’anaviy mustahkamlash usullaridan biri mexanik zichlashdir. Mexanik zichlash—bu maxsus zichlagichlar yordamida asos tarkibini zichlashtirish, ya’ni g‘ovaklik darajasini kamaytirish orqali uning mustahkamligini oshirish jarayonidir. Zichlash natijasida asos qatlamining zichligi, bardoshlilik va suv o‘tkazmasligi yuqori darajaga chiqadi.

Asosni zichlash uchun turli xil texnik vositalar qo‘llaniladi. Ular orasida tebranuvchi va statik valikli zichlagichlar, tishli zichlagichlar hamda vibratsiyali zichlagichlar keng tarqalgan. Har bir zichlagich turi grunt tarkibi va yo‘l toifasiga qarab tanlanadi. Zichlash ishlari odatda qatlamma-qatlam bajariladi. Har bir qatlam belgilangan qalinlikda yotqizilib, standart zichlik darajasigacha zichlanadi. Zichlash sifati yo‘l laboratoriyasi tomonidan nazorat qilinadi, bunda maxsus qurilmalar yordamida zichlik darajasi va namlik miqdori aniqlanadi.

To‘g‘ri va sifatli zichlash orqali yo‘l to‘shmasi asosining barqarorligi ta’minlanadi, chuqurliklar va cho‘kishlar oldi olinadi hamda yo‘lning umumiy chidamliligi ortadi. Bu esa yo‘lning uzoq muddat xizmat qilishiga zamin yaratadi.

Shuningdek, yaroqsiz yoki kam mustahkam grunt qatlami yuqori sifatli material bilan almashtiriladi. Bu esa katta hajmdagi ish va xarajatlarni talab qiladi [9].



So'nggi yillarda yo'l qurilishi va ularning xizmat muddatini uzaytirish bo'yicha dunyo miqyosida amalga oshirilayotgan yangiliklardan biri bu geosintetik materiallarning keng qo'llanilishi, bu esa yo'l to'shamalarining xizmat muddatini sezilarli darajada oshirishi mumkin. Geosintetik materiallar tabiiy va sun'iy muhitda turli xil yengilliklarni yaratish uchun ishlatiladigan materiallardir. Ularning yo'l qurilishidagi ahamiyati katta bo'lib, asosan yo'lning barqarorligini saqlash, gruntning eroziyasini kamaytirish, yuk ko'tarish qobiliyatini oshirish, shuningdek, qurilish materiallari sarfini qisqartirish bo'yicha samarali texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlariga erishish maqsadida ishlatiladi. Geosintetik materiallar, asosan, plastmassa, sintetik tolalar yoki boshqa sun'iy moddalar asosida ishlab chiqilgan materiallardir. Ular turli funktsiyalarni bajaradigan to'qimalar, plyonkalar yoki o'qlar shaklida bo'lishi mumkin. Geosintetik materiallar ichiga quyidagilar kiradi:

- Geotekstil – gruntning himoya qilish va mustahkamlash uchun ishlatiladi.
- Geogrid – grunt qatlamlarini bog'lash va mustahkamlashda qo'llaniladi.
- Geomembrana – suv o'tkazmaslik xususiyatiga ega bo'lib, asosiy qatlamni himoya qilishda ishlatiladi.
- Geocell – yassi tuzilmada gruntning mustahkamlash uchun ishlatiladi.

Dunyo bo'ylab ko'plab yo'l qurilish loyihalarida geosintetik materiallar muvaffaqiyatli qo'llanilgan. Misol uchun, Yaponiyada va Janubiy Koreyada geosintetik materiallar yordamida qurilgan yo'llar, yumshoq gruntlarda barqarorlikni ta'minlab, ular uzoq vaqt davomida xizmat ko'rsatdi. Shuningdek, Rossiyada va boshqa Shimoliy Yevropa mamlakatlarida, sovuq iqlim sharoitida ham geosintetik materiallar yo'l qurilishining sifatini oshirgan [10].

Toshkent davlat transport universiteti va Rossiya Federatsiyasining "Geospan" kompaniyasi o'rtasidagi o'zaro hamkorlik doirasida qator izlanishlar olib borilmoqda. Jumladan, kompaniyaning geotekstil materialini O'zbekiston avtomobil yo'llarida qo'llash borasida ilmiy izlanishlar olib borish rejalashtirilgan. Shu maqsadda "Geospan" kompaniyasi eni 5,2 m bo'lgan 200 m uzunlikdagi "Geospan TN-40" geotekstil mahsulotini tajribalarda foydalanish uchun yuborgan. Joriy yilning 30-may va 1-iyun kunlari Avtomobil yo'llari muhandisligi fakulteti "Avtomobil yo'llarini qidiruv va loyihalash" kafedrasida professor-o'qituvchilari, doktorant va magistrlar ishtirokida Sirdaryo viloyatidan o'tuvchi M34 "Toshkent-



Dushanbe” avtomobil yo‘lining 121-122 km oralig‘idagi rekonstruksiya ishlarida tajriba uchastkasi sifatida yo‘l poyiga geotekstil materialini yotqizish ishlari amalga oshirildi [11].

Zamonaviy avtomobil yo‘llarining xizmat muddati va barqarorligini oshirish maqsadida yo‘l to‘shmalarini mustahkamlash uchun modifikatsiya qilingan polimer-mineral kompozitsiyalardan foydalanish alohida ahamiyat kasb etadi. Ushbu kompozitsiyalar yo‘l qatlamlarining mustahkamligi, elastikligi hamda harorat o‘zgarishlariga chidamliligini sezilarli darajada oshiradi.

Polimer-mineral kompozitsiya tarkibiga tabiiy va sun‘iy mineral moddalarga asoslangan komponentlar, shuningdek, yuqori molekulyar birikmalar – polimerlar kiradi. Modifikatsiyalangan polimerlar bitum asosidagi yo‘l qoplamalariga qo‘shilganida, ularning fizik-mexanik xossalari ancha yaxshilanadi. Bunda yo‘l to‘shamasi deformatsiyaga chidamli, suv o‘tkazmaydigan va yorilishlarga bardoshli bo‘ladi.

Ushbu usulni qo‘llash texnologiyasi bir necha bosqichdan iborat. Dastlab, yo‘lning mavjud holati tahlil qilinadi va mos kompozitsiya turi tanlanadi. So‘ngra maxsus aralashtirgichlarda polimer-mineral tarkib tayyorlanadi. Bu modda issiq bitum bilan aralashtirilib, asfaltobeton aralashmasiga qo‘shiladi. Yakuniy aralashma yo‘l yuzasiga yotqiziladi va maxsus texnika yordamida zichlanadi [12], [13], [14].

Hozirgi kunda Belarus Respublikasi va MDH davlatlarida gruntlarni turli usul va uslublar bilan mustahkamlash amaliyoti keng tarqalgan. Birinchi navbatda ularga quyidagi usullarni kiritish mumkin: gruntlarni portlandsement, ohak, kislotalar va turli tarkibdagi tuzlar bilan mustahkamlash. Mustahkamlashda bu an‘anaviy amaliyotdir, biroq, agar mavjud materiallarga mavjud materiallarning xususiyatlarini bir necha marta yaxshilashga qodir bo‘lgan turli qo‘shimchalar qo‘shilsa, gruntlarni mustahkamlash butunlay boshqa darajaga ko‘tarilishi mumkin. Bunday qo‘shimchaga "Nikel" MCHJ mutaxassislarining Nicoflok nomli ishlanmasini kiritish mumkin. Qo‘shimcha bilan changsimon gruntlarni mustahkamlash ham, sement va asfalt-betonning fizik-mexanik xossalarni yaxshilash uchun qo‘shish ham mumkin. Nikoflok polimer-mineral kompozitsiyasi faollashtirilgan kremnezem, faollashtirilgan sement, kalsiy tuzlari, natriy tuzlari va lignin, xususan, modifikatsiyalangan lignin, karbon kislotalar, naftalinsulfokislota



va formaldegid asosidagi qayta dispers kukunlar aralashmasidan iborat. Nikoflok zaharli emas, yonilg'i emas, xavfli emas. Materiallarni portlandsement bilan mustahkamlashda Nikoflok polimer qo'shimchasi bilan birgalikda ham kristallizatsion qattiq, ham koagulyatsion plastik bog'lanishlardan tashkil topgan murakkab fazoviy tuzilmalar hosil bo'ladi, faol ion almashinuvi ta'minlanadi. Ion almashinuvi natijasida materiallardan plyonkali namlik siqib chiqariladi va Nicoflok polimer qo'shimchasi tarkibiga kiruvchi sirt faol moddalar bilan almashtiriladi va shu bilan butun tizimga gidrofob xususiyatlarni beradi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, qo'shimcha sement bilan ishlov berilgan gruntlarning mustahkamligini 1,5-2 barobar oshiradi va ularning sovuqqa chidamliligini 10,8-33,0% ga oshiradi. Nikoflok qo'shimchali sement bilan mustahkamlangan gruntlarni qurishda iqtisodiy samaradorlik yo'l to'shamalarining butun yuk ko'taruvchi konstruksiyasining tegishli mustahkamligi, ishonchliligi, gidrofobligini ta'minlashda resurslar sarfini kamaytirish bilan bog'liq [15].

Yo'l qurilishida asosiy qatlamlarning mustahkamligi va barqarorligini ta'minlash uchun kimyoviy stabilizatsiya usuli zamonaviy va samarali texnologiyalardan biri hisoblanadi. Ushbu usul yordamida yo'l to'shamasi tarkibidagi grunt yoki aralashmalar turli kimyoviy moddalar bilan ishlov berilib, ularning fizik-mexanik xossalari sezilarli darajada yaxshilanadi.

Kimyoviy stabilizatsiya deganda, gruntning tarkibiga maxsus kimyoviy birikmalar qo'shilishi orqali uning zichligi, mustahkamligi va suvga chidamliligi oshirilishi tushuniladi. Bunda asosan quyidagi moddalardan foydalaniladi: ohak, sement, bitum, xloridlar, natriy silikati, flyugalar va boshqa modifikatsiyalovchi vositalar. Har bir stabilizatorning ta'siri gruntning turiga va joyning geologik-iqlim sharoitiga bog'liq bo'ladi.

Masalan, ohak yoki sement bilan ishlov berilgan grunt tarkibida yelimlanish kuchi ortadi, zarrachalar orasidagi bog'lanish mustahkamlanadi. Bitum esa suv o'tkazmaydigan qatlam hosil qiladi va yo'l to'shamasini namlikdan himoya qiladi. Kimyoviy moddalar yordamida amalga oshirilgan stabilizatsiya natijasida gruntning cho'kish, shishish yoki yuvilib ketish holatlari kamayadi.

Bu usul ayniqsa past zichlikdagi, namlikka sezgir va mexanik yuklamalarga zaif bo'lgan grunt qatlamlarida samarali hisoblanadi. Kimyoviy stabilizatsiya



yoʻlning xizmat muddatini uzaytiradi, texnik xizmat koʻrsatish ehtiyojini kamaytiradi va ekspluatatsiya xarajatlarini qisqartiradi [16], [17], [18], [19].

Zamonaviy avtomobil yoʻllarida yuklamalarning ortib borayotgani, iqlim sharoitlarining oʻzgaruvchanligi va ekspluatatsiya davomidagi deformatsiyalarni kamaytirish zarurati tufayli yoʻl toʻshmalarini tolalar yordamida mustahkamlash texnologiyasi keng qoʻllanilmoqda. Bu usul asfaltobeton va boshqa qoplamalarning mexanik mustahkamligini oshiradi, yoriqlarning oldini oladi va xizmat muddatini uzaytiradi.

Tolalar bilan mustahkamlashda sintetik yoki tabiiy tolalardan foydalaniladi. Eng koʻp qoʻllaniladiganlari orasida polipropilen, poʻlat, shisha, uglerod (karbon) va bazalt tolalari mavjud. Ular asfaltobeton aralashmasiga yoki yoʻl asoslariga qoʻshiladi va strukturaviy yaxlitlikni taʼminlaydi.

Tolalar aralashmaga qoʻshilgach, yuklamalar yuzaga teng taqsimlanadi, bu esa mahalliy deformatsiyalarni kamaytiradi. Ularning mavjudligi asfalt qatlamda mikroyorilishlarning rivojlanishiga toʻsqinlik qiladi, shuningdek, tebranish va harorat taʼsiriga qarshilikni oshiradi.

Ushbu usulning qoʻllanish texnologiyasi quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Mos tolalar tanlanadi (uzunligi, diametri, turi).
2. Tolalar asfalt aralashmasiga aralashtiriladi (quruq yoki hoʻl usulda).
3. Tayyor aralashma yoʻl yuzasiga yotqiziladi va zichlanadi.
4. Natijada elastik, yoriqqa chidamli va barqaror qoplama hosil boʻladi.

Tolali mustahkamlash texnologiyasi ayniqsa, intensiv harakatli magistrallarda, aeroport yoʻlaklarida, shuningdek, iqlimi oʻzgaruvchan hududlarda nihoyatda samaralidir. Bu usul taʼmirlash ishlarining kamroq boʻlishini taʼminlaydi va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi [20], [21].

Xulosa: Yoʻl toʻshamasi asoslarini mustahkamlash – zamonaviy yoʻl qurilishi muammolarini hal etishda muhim ahamiyatga ega boʻlgan yoʻnalishdir. Mazkur maqolada koʻrib chiqilgan mustahkamlash usullari orasida polimer-mineral kompozitsiyalar va geosintetik materiallar eng istiqbolli va samarali texnologiyalar sifatida ajralib turadi. Bu usullar yordamida yoʻl qatlamining mexanik va fizik-kimyoviy xususiyatlari yaxshilanadi, strukturaviy barqarorlik oshadi va ekspluatatsiya muddati uzaytiriladi.



An'anaviy usullar, masalan, mexanik zichlash yoki grunt almashtirish hali-hanuz qo'llanilayotgan bo'lsa-da, ular zamonaviy texnologiyalar darajasidagi natijalarni bera olmaydi. Polimer va tolalar asosidagi texnologiyalar esa yo'l to'shamasini kuchli yuklarga chidamli, suvga bardoshli va ekologik jihatdan xavfsiz holga keltiradi.

Kelgusida olib boriladigan ilmiy-tadqiqotlar mustahkamlovchi kompozitsiyalarning tarkibini har xil grunt turlariga mos holda optimallashtirish, ularni qo'llash bo'yicha texnologik yechimlarni soddalashtirish va iqtisodiy jihatdan tejamkor tizimlarni ishlab chiqishga qaratilishi kerak. Faqat shundagina yo'l infratuzilmasining uzoq muddatli va barqaror ishlashiga erishish mumkin bo'ladi.

Adabiyotlar.

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 6-iyuldagi "2022 — 2026-yillarda O'zbekiston Respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-165-son Farmoni.
2. SHNK3.06.03-2008 "Avtomobil yo'llari".
3. MQN-37-07
4. SHNQ 2.02.05-02 Avtomobil yo'llarini loyhalash.
5. SHNK, 2. 05. 02-07 "Avtomobil yo'llari".
6. I.S.Sodiqov "Avtomobil yo'llarining transport-ekspluatatsion ko'rsatkichlari" Darslik T.-TAYLQEI. – 2019. 225 b.
7. ВАСИЛЬЕВ Ю.М. Современное состояние и перспективы развития проблемы уплотнения грунтов// Труды союздорнии// Москва 1980, 24-28 стр.
8. Автомобиль йуллари курилишини ташкил килиш ва унинг технологияси асослари. Ш.А. Ахмедов, А Д. Кдюмов, Б Д Салимова, Р.М. Худайкулов. Дарслик. УзР. Олий ва урта махсус таълим вазирлиги. ТАЙИ. «ШТ180В-М0ЫУА». 2014.
9. Yo'l poyini zichlanganlik darajasini baholashni takomillashtirish. ("Terratest 5000 Blu" qurilmasi misolida) Soataliyev R. R. Toshkent-2019.
10. P.I.Ataniyazov, B.D.Salimova "Geosintetik materiallar bilan armaturalangan kam bog'langan qatlamli yo'l to'shamalarining o'ziga xos xususiyatlari".



International Conference on Scientific Research in Natural and Social Sciences

Hosted online from New York, USA

Website: econfseries.com

2nd May, 2025

11. Kayumov A.J., Bakirov Sh.X. “Nobikr yo'l to'shamalarining xizmat muddatini oshirishda geosintetik materiallardan foydalanish”.
12. Madaminova D, Mamajonov M, “Yo'l to'shamalarining konstruktiv qatlamlarda kompozitsion materiallarni qo'llash” .
13. Shakirov T.T, “Qurilish materiallarining modifikatsiya usullari”.
14. Gavrilina I, Bondar A, “Analysis of using nicoflok polymer-mineral additive for replacing stone materials as road bases”.
15. Романов Н.В. “Укрепление грунтов полимерно-минеральной композицией «Nicoфлок»”.
16. Anil Pandey, Ahsan Rabbani, “Stabilisation of pavement subgrade soil using lime and cement: review”.
17. Achilov N. N, Mirahmedov M. N, Xoliqov O'.Q, Mamtqulov N. A, “Mahalliy mineral materiallar yordamida yo'l to'shamasini muvofiqlashtiruvchi kimyoviy qo'shimchalar yordamida mustahkamlash”.
18. Ubani Obinna, “Soil Stabilisation for Road Construction”.
19. Daily Civil, “Soil Stabilization – Methods, Materials, Purpose & Advantages” .
20. Hossein Noorvand, “Understanding Fiber-Reinforced Asphalt Concrete: Mechanisms and Applications”.
21. Sayyid Mahdiy Abtahiyy ,Muhammad Shayxzoda ,Sayyid Mahdiy Hijoziy “ScienceDirect – Mechanical performance of fiber-reinforced asphalt”.