

POLIMER ASFALT VA UNING AN'ANAVIY ASFALTGA NISBATAN USTUNLIKLARI

*Andijon davlat texnika instituti
Yo'l muhandisligi 4-kurs talabasi
Mo'minov To'lqinjon
Avitova Nilufar
Yo'lbarsov Feruzbek
Maripov Abobakir*

Annotatsiya

Maqolada polimer asfaltning nazariy va amaliy jihatlari, uning an'anaviy asfaltga nisbatan ustunliklari, zamonaviy yo'l qurilishida qo'llanilishi va ilmiy tadqiqot natijalari batafsil tahlil qilinadi. Polimer qo'shimchalarining asfaltning fizik-me'xanik xossalariga ta'siri, mustahkamlik va chidamlilikka olib keluvchi mexanizmlari, shuningdek, ekologik va iqtisodiy samaradorligi ko'rib chiqiladi. Tarixiy rivojlanish, mintaqaviy tajribalar va milliy olimlarning hissasi, shuningdek, empirik tadqiqotlar asosida polimer asfaltning joriy va istiqbolli imkoniyatlari yoritiladi.

Kalit so'zlar: polimer asfalt, an'anaviy asfalt, yo'l qurilishi, materialshunoslik

Abstract

This article analyzes the theoretical and practical aspects of polymer asphalt, its advantages over conventional asphalt, its use in modern road construction, and scientific research findings. The effects of polymer additives on the physical and mechanical properties of asphalt, mechanisms leading to increased strength and durability, as well as environmental and economic efficiency, are examined. Through historical development, regional experiences, and the contributions of national scholars, along with empirical studies, the current and prospective opportunities of polymer asphalt are explored.

Keywords: polymer asphalt, conventional asphalt, road construction, materials science

Аннотация

В статье подробно рассматриваются теоретические и практические аспекты полимерного асфальта, его преимущества по сравнению с традиционным асфальтом, применение в современном дорожном строительстве, а также результаты научных исследований. Анализируется влияние полимерных добавок на физико-механические свойства асфальта, механизмы повышения прочности и долговечности, а также экологическая и экономическая эффективность. Освещается историческое развитие, региональный опыт и вклад

национальных ученых, а также возможности внедрения полимерного асфальта на основе эмпирических исследований.

Ключевые слова: полимерный асфальт, традиционный асфальт, дорожное строительство, материаловедение

Kirish

Yo'l qurilishi va ekspluatatsiyasi sohasida yo'llarning sifatini, chidamliligini va uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlash muhim vazifalardan biridir. An'anaviy asfalt-beton qoplamalari uzoq vaqt davomida yo'l qurilishining asosiy materiali bo'lib kelgan. So'nggi o'n yilliklar davomida transport oqimining ortishi, harorat o'zgarishlari, namlik va boshqa tashqi omillar natijasida an'anaviy asfaltning ekspluatatsion xossalari qo'yiladigan talablar kuchayib, yangi, zamonaviy va innovatsion materiallarga ehtiyoj ortdi. Shu nuqtai nazardan, polimer asosidagi asfalt-beton qoplamalari jahon va mintaqaviy yo'l qurilishida tobora keng qo'llanilmoqda. Polimer asfalt o'zining mustahkamligi, elastikligi, yuqori haroratlarda deformatsiyalarga chidamliligi va uzoq xizmat muddati bilan an'anaviy asfaltga nisbatan qator afzalliklarga ega. Ushbu maqolada polimer asfaltning nazariy asoslari, tarixiy rivojlanishi, ilmiy-empirik tadqiqotlar va amaliyotda qo'llanilish tajribasi keng muhokama qilinadi. Asosiy e'tibor polimer qo'shimchalari yordamida asfalt qoplamalarining sifat ko'rsatkichlarini oshirish, iqtisodiy va ekologik samaradorlikni ta'minlash va mintaqaviy sharoitga mos texnologiyalarni joriy etish masalalariga qaratiladi.

Adabiyotlar tahlili

Polimer asfaltning nazariy-konseptual asoslari yo'l qoplamalari materialshunosligida yangi bosqichni boshlab berdi. An'anaviy asfalt-beton qoplamalari tarkibiga kiruvchi bitum va to'ldiruvchilarning fizik-kimyoviy xossalari doimiy ravishda o'zgarishlari, tashqi muhit omillariga nisbatan sezgirligi, yuqori haroratlarda yumshab, past haroratlarda esa mo'rtlashib qolishi yo'l yuzasida yoriqlar, deformatsiyalar va boshqa ekspluatatsion nuqsonlarning paydo bo'lishiga olib keladi. Polimer qo'shimchalari esa asfalt-beton tarkibiga kiritilganda, ularning molekulyar tuzilmasi bitum matritsasini mustahkamlab, elastiklik va chidamlilikni oshiradi. Polimerlar, xususan, styrol-butadien-stirol (SBS), etilen-vinil-asetat (EVA), polietilen va boshqa sintetik polimerlar bitum bilan reaksiyaga kirishib, yangi, yuqori haroratlarda ham, past haroratlarda ham barqaror fazani hosil qiladi. Ushbu jarayonlarning molekulyar mexanizmlari, polimer-bitum aralashmasining fazali tuzilishi va uning asfalt-betonning fizik-me'xanik xossalari ta'siri ilmiy adabiyotlarda keng yoritilgan. Masalan, [1] manbada polimerlarning bitum matritsasiga diffuziyalanishi va ularning fazalararo chegaralarda kuchlanishlarni kamaytirish mexanizmlari batafsil tahlil qilinadi. Bitum va polimer orasidagi o'zaro

bog'lanishlar natijasida asfalt-betonning mustahkamligi, elastikligi va yorilishga qarshi chidamliligi bir necha barobar oshishi eksperimental tadqiqotlar bilan tasdiqlangan.

Polimer asfaltning nazariy asoslari XX asrning o'rtalarida, ayniqsa, Yevropa va AQShda yo'l qurilishida yangi materiallarni izlash jarayonida shakllandi. Klassik nazariyalardan biri bo'lgan viskoelastik materiallar nazariyasi asosida, polimer-bitum aralashmalari vaqt o'tishi bilan o'zining elastik xususiyatlarini saqlab qolishi, tashqi yuklamalarga nisbatan sekin deformatsiyalanishi va mikroyorilishga qarshi mustahkam turishi isbotlangan. Polimerlarning turli turlari va ularning bitumga qo'shilish texnologiyalari, konsentratsiyasi va dispersiyasi asfalt-betonning yakuniy xossalarini belgilashda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu jihatdan, [2] manbada polimer-bitum aralashmasining reologik xossalari, ularning yuqori haroratli plastiklik va past haroratli mo'rtlik chegaralarini kengaytirish imkoniyatlari ilmiy asosda ko'rsatilgan. Bundan tashqari, polimerlar yordamida asfalt yuzasida suvga chidamlilik, yo'l yuzasining silliqdigi va shovqin kamaytiruvchi xususiyatlarini yaxshilash borasida ham keng ko'lamli tadqiqotlar olib borilgan.

Tarixiy jihatdan, polimer asfaltning rivojlanishi 1960–1970 yillarda G'arbiy Yevropa davlatlarida, xususan, Germaniya, Fransiya, Angliya hamda AQShda boshlangan. Dastlab polimer qo'shimchalari laboratoriya sharoitida sinovdan o'tkazilib, ulardan foydalanish natijasida asfalt-beton qoplamalarining xizmat muddati 1,5–2 barobar oshganligi aniqlangan. Keyinchalik, polimer asfalt texnologiyalari keng ko'lamli yo'l qurilish loyihalarida sinovdan o'tkazildi va natijalari asosida davlat standartlari va texnik reglamentlar ishlab chiqildi. Tarixiy klassik nazariyalar, jumladan, Maxwell va Kelvin-Voigt modellari asosida asfalt-beton qoplamalarning viskoelastik xatti-harakatlari, polimerlarning bu jarayonga ta'siri, ularning namlik, harorat va mexanik yuklamalarga nisbatan barqarorligi ilmiy asosda tahlil qilindi.

Mintaqaviy va milliy olimlarning polimer asfaltga qo'shgan hissasi ham alohida e'tiborga loyiq. O'zbekiston va Markaziy Osiyo davlatlarida iqlim o'ziga xosligi, harorat amplitudasi yuqoriligi, yozda yuqori, qishda esa juda past haroratlar kuzatilishi sababli, an'anaviy asfalt-beton qoplamalari ko'pincha yorilish, deformatsiyalanish va tez eskirish muammolari bilan to'qnash keladi. Shu sababli, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi, Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent arxitektura-qurilish instituti olimlari tomonidan polimer asosidagi asfalt-beton qoplamalari bo'yicha bir qator ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Jumladan, [3] manbada O'zbekiston sharoitida polimer-bitum aralashmalarining optimal tarkibi, ularning iqlim va transport yuklamalariga moslashishi, polimerlar yordamida asfaltning namlikka va yuqori haroratga chidamliligi bo'yicha laboratoriya va dalada sinov natijalari taqdim etilgan. Bu tadqiqotlar asosida polimer asfalt-beton qoplamalari joriy etilayotgani, yo'l

qurilishida mahalliy xomashyodan foydalanish, iqtisodiy samaradorlik va ekologik xavfsizlikning ta'minlanishi ko'rsatilgan.

Empirik tadqiqotlar va amaliyotda polimer asfaltning ustunliklarini tasdiqlovchi ko'plab natijalar mavjud. Masalan, [4] manbada polimer qo'shimchalari yordamida asfalt-betoning bosimga, egilish va sinishga chidamliligi, termik va mexanik barqarorligi, suv singdiruvchanlik va sirtning silliqlik ko'rsatkichlari laboratoriya va dalada sinovdan o'tkazilgan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, polimer asosidagi asfalt-beton qoplamalar an'anaviy asfaltga nisbatan 30–40% ko'proq mustahkamlik, 2–3 barobar yuqori yorilishga chidamlilik va 1,5–2 barobar uzunroq xizmat muddatiga ega. Bundan tashqari, polimer asfaltning ekspluatatsion xarajatlari, ya'ni ta'mirlash va xizmat ko'rsatish uchun sarflanadigan mablag'lar 20–25% ga kamayadi. Bu esa, umumiy iqtisodiy samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi. Polimerlar yordamida asfaltning ekologik xavfsizligi ham yaxshilanadi, chunki polimer qo'shimchalari asfalt tarkibidan zararli moddalarning chiqishini kamaytiradi, yo'l yuzasidan chang va boshqa emissiyalarni pasaytiradi.

Polimer asfaltni amaliyotga joriy etish bo'yicha dunyo tajribasi ham muhim ahamiyatga ega. Yaponiyada, masalan, polimer asosidagi asfalt-beton qoplamalari zilzilaga chidamli, baland harorat va namlikda o'z xossalarini saqlab qoluvchi yo'l tarmoqlarida keng qo'llaniladi. Yevropa davlatlarida esa, polimer asfalt yordamida avtomagistrallar, aeroport yo'laklari va shahar ko'chalarining xizmat muddati 2–3 barobar oshirilgan. AQShda olib borilgan empirik tadqiqotlar natijasida polimer qo'shimchalari yordamida asfalt-beton qoplamalarining yoriqlarga, termik va mexanik ta'sirlarga chidamliligi, silliqlik va shovqinni kamaytirish xususiyatlari isbotlangan. Shu bilan birga, polimer asosidagi asfaltning narxi an'anaviy asfaltga nisbatan biroz yuqoriroq bo'lsa-da, uzoq muddatli ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish hisobiga umumiy iqtisodiy samaradorlik yuqori bo'ladi.

Polimer asfaltning afzalliklari va kamchiliklari yuzasidan ilmiy adabiyotlarda turli fikr va munozaralar mavjud. Ba'zi tadqiqotchi olimlar polimer asfaltning yuqori narxi, ishlab chiqarish va yotqizish texnologiyasining murakkabligi, maxsus uskunalar va texnologik jarayonlarni talab qilishi, ayrim hollarda polimer-materiallarning ekologik xavfsizligi va qayta ishlanishi muammolarini ko'taradi. Masalan, [5] manbada polimer-bitum aralashmalarining uzoq muddatli barqarorligi, polimerlarning bitumdan ajralishi va segregatsiyasi, issiq iqlim sharoitida polimerlarning degradatsiyasi kabi muammolar batafsil yoritilgan. Shu bilan birga, zamonaviy polimer texnologiyalari va ishlab chiqarish jarayonlarining takomillashuvi ushbu muammolarni bartaraf etish imkonini bermogda. Yangi avlod polimerlari, masalan, termoplastik elastomerlar, yuqori molekulyar massali polietilen va boshqa kompozit polimerlar yordamida asfalt-beton qoplamalarining barqarorligi va ekologik xavfsizligi yanada oshmogda.

Polimer asfaltning ekologik va iqtisodiy samaradorligi ham keng tahlil qilinmoqda. Dunyo miqyosida atrof-muhitni muhofaza qilish, uglerod chiqindilarini kamaytirish va yo'l qurilishida qayta ishlangan materiallardan foydalanish tendensiyalari kuchayib bormoqda. Polimer qo'shimchalari yordamida asfalt-beton ishlab chiqarishda energiya sarfi kamayadi, yo'l yuzasining xizmat muddati uzaytiriladi va ta'mirlash xarajatlari qisqaradi. Bu esa, umumiy iqtisodiy-ijtimoiy samaradorlikni oshiradi. Ayrim tadqiqotlarda, [6] manbada, qayta ishlangan polimer chiqindilarini (masalan, plastik butilkalar, polietilen paketlar) asfalt-beton tarkibiga qo'shish orqali ekologik xavfsizlik va iqtisodiy foyda bir vaqtning o'zida ta'minlanishi ko'rsatilgan. Bu usul, ayniqsa, plastik chiqindilar muammosi dolzarb bo'lgan mintaqalarda muhim ahamiyatga ega.

So'nggi yillarda O'zbekiston va Markaziy Osiyoda yo'l qurilishida polimer asfaltning joriy etilishi bo'yicha bir qator yirik loyihalar amalga oshirilmoqda. Toshkent viloyati, Samarqand, Buxoro va boshqa viloyatlarda polimer-bitum asosida ishlab chiqarilgan asfalt-beton qoplamalari keng ko'lamda sinovdan o'tkazildi. Natijalar shuni ko'rsatmoqdaki, polimer asfalt an'anaviy asfaltga nisbatan yuqori haroratlarda yumshamaydi, past haroratlarda esa mo'rtlashmaydi, yoriqlarga va deformatsiyalarga nisbatan barqaror bo'ladi. Bundan tashqari, polimer asfaltning suvga chidamliligi, yo'l yuzasining silliqiligi va shovqinni kamaytirish xususiyatlari ham ancha yuqori. Amaliyotda, polimer asosidagi asfalt-beton qoplamalari yordamida yo'lning xizmat muddati 10–15 yilgacha uzaytirilmoqda, ta'mirlash va ekspluatatsion xarajatlar esa 20–30% ga qisqaradi. Bu esa, mamlakat transport infratuzilmasining barqaror rivojlanishi, iqtisodiy samaradorlik va ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Polimer asfaltning texnologik joriy etilishi bo'yicha mahalliy olimlar va muhandislar tomonidan ishlab chiqilgan innovatsion texnologiyalar, uskunalar va ishlab chiqarish jarayonlari ham keng o'rganilmoqda. O'zbekiston sharoitida polimer-bitum aralashmalarining optimal tarkibi, polimer qo'shimchalarning turlari va ulardan foydalanish texnologiyasi, mahalliy xomashyo asosida polimer asfalt ishlab chiqarish imkoniyatlari bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada, polimer asfalt ishlab chiqarishda mahalliy va qayta ishlangan polimer chiqindilaridan foydalanish orqali ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish, ekologik xavfsizlikni ta'minlash va iqtisodiy samaradorlikka erishish mumkinligi ko'rsatilgan. Shuningdek, polimer asfaltning ekspluatatsion xossalarini yaxshilash maqsadida bitum tarkibiga nanomateriallar, ko'p komponentli polimerlar va boshqa innovatsion materiallar qo'shish bo'yicha ham ilmiy izlanishlar davom etmoqda.

Yuqoridagi tahlillar asosida aytish mumkinki, polimer asfaltning nazariy va amaliy asoslari, uning an'anaviy asfaltga nisbatan ustunliklari, tarixiy rivojlanishi, mintaqaviy va milliy olimlarning hissasi, empirik tadqiqotlar va amaliyotdagi natijalari

ilmiy adabiyotlarda keng yoritilgan. Polimer asfalt yordamida yo'l qurilishida yuqori sifat, uzoq muddatli xizmat, iqtisodiy va ekologik samaradorlik, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish, innovatsion texnologiyalarni joriy etish kabi ustunliklarga erishish mumkin. Biroq, polimer asfaltning narxi, ishlab chiqarish va yotqizish texnologiyasining murakkabligi, ekologik xavfsizligi va qayta ishlanishi bilan bog'liq muammolar ham mavjud bo'lib, ularni bartaraf etish uchun zamonaviy ilmiy-texnik yutuqlar, innovatsion texnologiyalar va mahalliy sharoitga mos yechimlar ishlab chiqilishi zarur.

Xulosa

Polimer asfaltning an'anaviy asfaltga nisbatan ustunliklari ko'plab ilmiy, amaliy va iqtisodiy jihatlar bilan asoslangan. Polimer qo'shimchalari yordamida asfalt-beton qoplamalarining fizik-me'xanik xossalari, mustahkamligi, elastikligi va yorilishga chidamliligi sezilarli darajada oshadi. Amaliyotda polimer asfalt yordamida yo'l qoplamalarining xizmat muddati 1,5–2 barobar uzayadi, ta'mirlash va ekspluatatsion xarajatlar esa 20–30% ga qisqaradi. Bundan tashqari, polimer asosidagi asfalt yo'l yuzasining silliqdigi, shovqinni kamaytirish va suvga chidamlilik kabi xususiyatlari bilan ham an'anaviy asfaltga nisbatan afzal hisoblanadi. Ekologik va iqtisodiy samaradorlik nuqtai nazaridan, polimer asfalt yordamida yo'l qurilishida energiya sarfi kamayadi, atrof-muhitga zararli chiqindilar miqdori pasayadi va qayta ishlangan polimer chiqindilaridan foydalanish imkoniyati yaratiladi. Shu bilan birga, polimer asfalt texnologiyalarining narxi, ishlab chiqarish va yotqizish jarayonining murakkabligi, ekologik xavfsizligi va qayta ishlanishi bilan bog'liq muammolar mavjud bo'lib, ularni bartaraf etish uchun zamonaviy ilmiy-texnik yutuqlardan foydalanish zarur. Xulosa qilib aytganda, polimer asfalt yo'l qurilishi sohasida innovatsion va istiqbolli material bo'lib, uning nazariy va amaliy asoslari, mintaqaviy sharoitga mos texnologiyalari va ekologik-iqtisodiy afzalliklari kelajakda yo'l infratuzilmasini rivojlantirishda muhim o'rin tutadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Zanzotto, L. (1996). Modification of asphalt with polymers and chemical additives. *Transportation Research Record*, 1535, 51-61.
2. Shen, J., Amir Khanian, S. N., & Tang, B. (2007). Influence of additives on the properties of asphalt binders: A review. *Construction and Building Materials*, 21(1), 15–23.
3. Saidov, A. S., & Abdullayev, M. T. (2019). Polimer qo'shimchali asfalt-beton qoplamalarining O'zbekiston sharoitidagi xossalari va amaliyoti. *O'zbekiston Milliy Universiteti Ilmiy asarlari*, 1(75), 120–130.
4. Whiteoak, D., & Read, J. (2003). *The Shell Bitumen Handbook* (5th Ed.). London: Thomas Telford Publishing.
5. Yildirim, Y. (2007). Polymer modified asphalt binders. *Construction and Building Materials*, 21(1), 66–72.
6. Kaliyev, A. K., & Karimov, R. R. (2020). Qayta ishlangan polimer chiqindilari asosida asfalt-beton ishlab chiqarish texnologiyalari. *Markaziy Osiyo Qurilish Ilmiy Jurnali*, 4(2), 58–72.