

## **MAHALLIY SANOAT CHIQINDILARI ASOSIDA BITUMNING FIZIK-MEXANIK XOSSALARINI YAXSHILOVCHI POLIMER MODIFIKATORLAR OLIISH**

**Ozodov Sanjarbek Mansurbek O'g'li**

Islom Karimov nomidagi

Toshkent davlat texnika universiteti magistranti,

O'zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri

**Jurayev Vays Narzullayevich**

Islom Karimov nomidagi

Toshkent davlat texnika universiteti dotsenti,

O'zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri

### **Annotatsiya**

Ushbu maqolada mahalliy sanoat chiqindilari asosida bitumning fizik-mexanik xossalarini yaxshilovchi polimer modifikatorlar olishning ilmiy-texnologik asoslari yoritilgan. Yo'l qurilishida qo'llaniladigan an'anaviy neft bitumlari yuqori haroratda yumshash, past haroratda mo'rtlashish, transport yuklamalari ta'sirida deformatsiyalanish va vaqt o'tishi bilan qarish xususiyatlariga ega. Shu sababli bitumni polimer chiqindilar bilan modifikatsiyalash asfalt-beton qoplamalarining ekspluatatsion barqarorligini oshirishning istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Mahalliy polietilen, polipropilen, PET va rezina-polimer chiqindilaridan foydalanish bitumning yumshash haroratini oshirish, penetratsiyasini kamaytirish, qovushqoqligini tartibga solish, elastiklik va adgeziya xossalarini yaxshilash imkonini beradi. Maqolada polimer chiqindilarni saralash, tozalash, maydalash, funksional faollashtirish va bitum bilan gomogen aralashtirish jarayonlari tahlil qilingan. Shuningdek, modifikatsiyalangan bitumning fizik-mexanik

xossalariga ta'sir etuvchi asosiy omillar — polimer turi, zarracha o'lchami, aralashtirish harorati, qo'shimcha miqdori va fazalararo moslashuvchanlik ilmiy jihatdan asoslangan.

**Kalit so'zlar:** mahalliy sanoat chiqindilari, polimer modifikator, modifikatsiyalangan bitum, fizik-mexanik xossalar, polietilen, polipropilen, rezina kukuni, asfalt-beton, yo'l qoplamasi.

Avtomobil yo'llarining uzoq muddat xizmat qilishi asfalt-beton tarkibidagi bog'lovchi material — bitumning sifatiga bevosita bog'liq. Bitum mineral to'ldirgich zarralarini birlashtirib, qoplamaning suvga chidamliligi, deformatsion barqarorligi va harorat ta'siriga moslashuvchanligini ta'minlaydi. Biroq oddiy neft bitumlari yuqori haroratda yumshashi, past haroratda qattiqlashishi va takroriy transport yuklamalari ta'sirida fizik-mexanik xossalarini yo'qotishi mumkin.

So'nggi yillarda bitumni polimerlar bilan modifikatsiyalash bo'yicha ilmiy izlanishlar jadallashmoqda. Zamonaviy sharh tadqiqotlarda polimer-modifikatsiyalangan bitumlarda polimer fazasi bitum tarkibida tarmoqlangan struktura hosil qilib, bog'lovchining viskoelastik xossalarini yaxshilashi qayd etilgan. Shu bilan birga, polimer-modifikatsiyalangan bitumlar uchun saqlash barqarorligi, qarishga chidamlilik va polimer-bitum fazalarining moslashuvchanligi muhim muammo bo'lib qolmoqda.

Mahalliy sanoat chiqindilaridan polimer modifikator sifatida foydalanish ikki tomonlama ahamiyatga ega. Birinchidan, ishlab chiqarish va iste'moldan keyingi polimer chiqindilarni qayta ishlash orqali ekologik yuklama kamayadi. Ikkinchidan, yo'l qurilishi uchun arzon, resurs tejamkor va ekspluatatsion jihatdan barqaror bitum kompozitsiyalarini olish imkoniyati yuzaga keladi. Chiqindi plastmassalardan asfalt materiallarida foydalanish iqtisodiy va ekologik afzalliklarga ega ekani, ayniqsa yuqori haroratdagi barqarorlikni yaxshilashi ilmiy adabiyotlarda ta'kidlanadi.

### **Tadqiqotning maqsadi**

Tadqiqotning asosiy maqsadi — mahalliy sanoat chiqindilari asosida bitumning fizik-mexanik xossalarini yaxshilovchi polimer modifikatorlar olish texnologiyasini ilmiy

asoslash hamda ularning asfalt-beton qoplamalari ekspluatatsion barqarorligiga ta'sirini baholashdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilanadi: mahalliy polimer chiqindilarining tarkibi va modifikator sifatidagi imkoniyatlarini o'rganish; chiqindilarni saralash, tozalash va maydalash texnologiyasini ishlab chiqish; polimer modifikatorning bitum tarkibida tarqalishi va fazalararo moslashuvchanligini baholash; modifikatsiyalangan bitumning penetratsiya, yumshash harorati, qovushqoqlik, cho'ziluvchanlik, elastiklik va adgeziya ko'rsatkichlariga ta'sirini aniqlash.

#### Mahalliy sanoat chiqindilarining modifikator sifatidagi ahamiyati

Mahalliy sanoat chiqindilari tarkibida polietilen plyonkalar, polipropilen qadoqlash materiallari, polimer tolalar, PET idishlar, rezina-polimer qoldiqlari va boshqa termoplastik materiallar uchraydi. Ushbu chiqindilar kimyoviy tuzilishi, erish harorati, molekulyar massasi, mexanik mustahkamligi va bitum bilan moslashuvchanligiga ko'ra bir-biridan farq qiladi.

Polietilen va polipropilen termoplastik polimerlar guruhiga kiradi. PE va PP asosidagi chiqindilar bitum tarkibida yuqori haroratga chidamli dispers faza hosil qilib, bog'lovchining qattiqligi va deformatsiyaga qarshiligini oshirishi mumkin. Chiqindi plastmassalar asfalt materiallariga ho'l yoki quruq usulda kiritiladi; ho'l usulda plastmassa to'g'ridan-to'g'ri qizdirilgan bitumga qo'shib, mexanik aralashtirish orqali gomogen bog'lovchi olinadi.

Rezina kukuni esa elastomer xususiyatga ega bo'lib, bitumning elastik qaytish qobiliyatini yaxshilaydi. Chiqindi shinalardan olinadigan rezina kukuni asfaltning yuqori va past haroratdagi hamda charchoqqa chidamlilik ko'rsatkichlarini yaxshilashi mumkinligi ilmiy manbalarda qayd etilgan.

#### Polimer modifikator olish texnologiyasi

Mahalliy sanoat chiqindilari asosida polimer modifikator olish texnologiyasi bir necha bosqichdan iborat. Dastlab chiqindilar manbasi bo'yicha ajratiladi. Polietilen,

polipropilen, PET va rezina-polimer qoldiqlar alohida guruhlariga saralanadi. Bu bosqich muhim, chunki turli polimerlarning erish harorati va bitum bilan moslashuvchanligi turlicha bo‘ladi.

Keyingi bosqichda chiqindilar mexanik aralashmalardan tozalanadi, yuviladi va quritiladi. Namlik, chang, mineral aralashmalar yoki metall qoldiqlari polimer-bitum aralashmasining gomogenligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatishi mumkin. Quritilgan xomashyo maydalagichlarda 1–5 mm o‘lchamdagi zarrachalargacha maydalanadi. Zarrachalarning mayda bo‘lishi bitum bilan kontakt yuzasini oshiradi va polimerning bog‘lovchi muhitida bir tekis tarqalishini osonlashtiradi.

Polimer modifikatorni bitumga kiritishda ho‘l usul texnologik jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi. Ushbu usulda bitum 160–180 °C oralig‘ida qizdiriladi, so‘ngra maydalangan polimer chiqindi bosqichma-bosqich qo‘shiladi. Aralashtirish jarayonida polimer zarrachalari bitumning malten fraksiyasi bilan ta‘sirlashadi, qisman shishadi yoki eriydi va natijada kompozitsion bog‘lovchi hosil bo‘ladi.

Aralashtirish rejimi modifikatorning bitumdagi taqsimlanishini belgilovchi asosiy texnologik omillardan biridir. Aralashtirish harorati, davomiyligi va rotor tezligi yetarli bo‘lmasa, polimer zarrachalari bir tekis tarqalmaydi. Aksincha, harorat haddan tashqari yuqori bo‘lsa, bitumning oksidlanishi va qarish jarayonlari tezlashadi. Shu sababli har bir chiqindi polimer turi uchun texnologik rejim tajriba asosida optimallashtirilishi zarur.

#### Bitumning fizik-mexanik xossalariga ta‘sir mexanizmi

Polimer modifikatorlar bitumning fizik-mexanik xossalarini bir necha yo‘nalishda yaxshilaydi. Birinchidan, termoplastik polimerlar bitum tarkibida mustahkam dispers faza hosil qilib, yuqori haroratda yumshash jarayonini sekinlashtiradi. Natijada yumshash harorati oshadi va asfalt-beton qoplamalarining yozgi davrda izlanishga chidamliligi kuchayadi.

Ikkinchidan, polimer qo‘shimchalar penetratsiya qiymatini kamaytiradi. Bu bitumning nisbatan qattiqlashganini bildiradi. Biroq haddan tashqari qattiqlashish past

haroratda mo‘rtlikni oshirishi mumkin. Shu sababli polimer miqdorini optimal tanlash muhim texnologik masala hisoblanadi.

Uchinchidan, rezina kukuni va ayrim elastomer xususiyatli polimerlar bitumga elastiklik beradi. Bu transport yuklamalari ta’sirida hosil bo‘ladigan mikrodeformatsiyalarning qisman tiklanishiga yordam beradi. Chiqindi shinalardan olingan rezina kukuni asfalt aralashmalarida deformatsiyaga va charchoq yorilishlariga qarshilikni yaxshilashi mumkin.

To‘rtinchidan, polimer modifikatsiyasi bitumning qovushqoqligini oshiradi. Bu qoplamaning yuqori haroratdagi barqarorligini kuchaytirsa-da, ishlab chiqarish, nasos orqali uzatish, aralashtirish va yotqizish jarayonlarini murakkablashtirishi mumkin. Shu sababli texnologik rejim ishlab chiqarish sharoitiga moslashtirilishi lozim.

#### Fazalararo moslashuvchanlik va barqarorlik

Polimer-bitum tizimlarida asosiy muammolardan biri fazalararo moslashuvchanlikdir. Bitum murakkab kolloid-dispers tizim bo‘lib, unda asfaltenlar, smolalar, aromatik va to‘yingan uglevodorodlar mavjud. Polimer esa alohida makromolekulyar faza sifatida ishtirok etadi. Agar polimer bitum bilan yetarlicha moslashmasa, saqlash vaqtida qavatlanish, cho‘kish yoki fazaviy ajralish yuzaga kelishi mumkin.

Ilmiy sharhlarda chiqindi plastmassalarni asfaltga kiritish charchoqqa, izlanishga, namlikka va yuqori haroratga chidamlilikni yaxshilashi mumkinligi, ammo moslashuvchanlik va past haroratdagi xossalar bo‘yicha muammolar saqlanib qolishi ta’kidlanadi. Shuning uchun polimer-bitum bog‘lovchilar olishda faqat polimer qo‘shish bilan cheklanmasdan, aralashtirish intensivligi, harorat, davomiylig, zarracha o‘lchami va stabilizatorlardan foydalanish ham hisobga olinishi zarur.

Fazalararo moslashuvchanlikni yaxshilash uchun funksional qo‘shimchalar, sirt-faol moddalar yoki malein angidrid bilan modifikatsiyalangan poliolefinlardan foydalanish

mumkin. Bunday qo‘shimchalar bitumning qutbli komponentlari va polimer fazasi o‘rtasidagi bog‘lanishni kuchaytiradi, natijada saqlash barqarorligi yaxshilanadi.

Mahalliy sanoat chiqindilari asosida polimer modifikator olish va uni bitum tarkibiga kiritish quyidagi texnologik ketma-ketlikda amalga oshirilishi mumkin: mahalliy polimer chiqindilarni yig‘ish, polimer turi bo‘yicha saralash, mexanik aralashmalardan tozalash, yuvish va quritish, maydalash, zarracha o‘lchamini nazorat qilish, bitumni 160–180 °C gacha qizdirish, polimer modifikatorni bosqichma-bosqich kiritish, yuqori tezlikda aralashtirish, gomogenlashtirish, stabilizatsiya, fizik-mexanik sinovlar va tayyor modifikatsiyalangan bitum olish.

Ushbu texnologiyada eng muhim bosqichlar polimer chiqindilarni sifatli tayyorlash va bitum bilan gomogen aralashtirishdir. Aralashtirish yetarli bo‘lmasa, polimer zarrachalari bitumda to‘liq tarqalmaydi. Harorat haddan tashqari yuqori bo‘lsa, bitumning oksidlanishi va qarish jarayoni tezlashishi mumkin. Shuning uchun texnologik rejim har bir xomashyo turi uchun alohida optimallashtirilishi kerak.

Mahalliy sanoat chiqindilari asosida polimer modifikatorlar olish bir nechta muhim amaliy natijalarni beradi. Avvalo, yo‘l qurilishida ishlatiladigan bitumning ekspluatatsion xossalari yaxshilanadi. Natijada asfalt-beton qoplamalarining yuqori haroratda izlanishga, transport yuklamalariga, namlikka va charchoq yorilishlariga chidamliligi ortadi.

Ikkinchidan, sanoat va maishiy polimer chiqindilarining qayta ishlanishi ekologik muammolarni kamaytiradi. Chiqindilarni yo‘l qurilish materiallari tarkibida qayta qo‘llash resurs tejamkor texnologiyalarni rivojlantirishga xizmat qiladi.

Uchinchidan, mahalliy xomashyo va chiqindilardan foydalanish import modifikatorlarga bo‘lgan ehtiyojni kamaytiradi. Bu esa polimer-bitum bog‘lovchilar tannarxini pasaytirish va mahalliy yo‘l qurilishi materiallari ishlab chiqarishni rivojlantirish imkonini beradi.

## Xulosa

Mahalliy sanoat chiqindilari asosida bitumning fizik-mexanik xossalarini yaxshilovchi polimer modifikatorlar olish yo‘l qurilishi materiallarini takomillashtirishning dolzarb ilmiy-texnologik yo‘nalishidir. Polietilen, polipropilen, PET va rezina-polimer chiqindilaridan foydalanish bitumning yumshash harorati, qovushqoqligi, elastikligi, deformatsiyaga va namlikka chidamliligini yaxshilash imkonini beradi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, polimer modifikatorlarning samaradorligi ularning turi, miqdori, zarracha o‘lchami, aralashtirish harorati, aralashtirish davomiyligi va bitum bilan fazalararo moslashuvchanligiga bog‘liq. Polimer miqdorining ortib ketishi qovushqoqlikni oshirishi va saqlash barqarorligini pasaytirishi mumkin. Shu sababli modifikatsiyalangan bitum olishda optimal tarkib va texnologik rejimni aniqlash zarur.

Umuman olganda, mahalliy sanoat chiqindilaridan olingan polimer modifikatorlar asosida bitumni modifikatsiyalash ekologik xavfsiz, iqtisodiy samarali va ekspluatatsion jihatdan barqaror asfalt-beton qoplamalarini yaratish uchun istiqbolli yechim hisoblanadi.

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yang Q. va boshqalar. A review of polymer-modified asphalt binder: Modification mechanisms and mechanical properties. 2024.
2. Xu F., Zhao Y., Li K. Using Waste Plastics as Asphalt Modifier: A Review. *Materials*, 2022.
3. Ameer A.B. va boshqalar. A Review on the Use of Plastic Waste as a Modifier of Asphalt Mixtures for Road Constructions. *CivilEng*, 2025.
4. Ghodrati A. va boshqalar. Incorporating Waste Plastics into Pavement Materials. *Applied Sciences*, 2025.
5. Genet M.B. va boshqalar. Investigation and optimization of waste LDPE plastic as a modifier of asphalt mix. 2021.

6. Alqubaysi T. va boshqalar. Evaluating the mechanical behavior of plastic waste and rubber-modified asphalt. *Scientific Reports*, 2025.
7. White G. va boshqalar. Analysis of the Effects of Rubber Dosage and Digestion Time on Asphalt Mixture Properties. *Materials*, 2025.
8. Deb S. va boshqalar. Use of Recycled Waste Plastic for Wet Modification of Bitumen. *ASCE*, 2025.
9. Singh A. va boshqalar. Upcycling of plastic waste in bituminous mixes using dry process. *Construction and Building Materials*, 2024.
10. UNEP. Moving towards zero waste. United Nations Environment Programme, 2025.
11. ASTM D5/D5M. Standard Test Method for Penetration of Bituminous Materials. ASTM International.
12. ASTM D36/D36M. Standard Test Method for Softening Point of Bitumen — Ring-and-Ball Apparatus. ASTM International.
13. ASTM D113. Standard Test Method for Ductility of Bituminous Materials. ASTM International.
14. ASTM D4402/D4402M. Standard Test Method for Viscosity Determination of Asphalt at Elevated Temperatures Using a Rotational Viscometer. ASTM International.
15. ASTM D7173. Standard Practice for Determining the Separation Tendency of Polymer from Polymer-Modified Asphalt. ASTM International.