NANOMATERIALLARNING ASFALTBETON QORISHMASINING FIZIK-MEXANIK KO'RSATKICHLARIGA TA'SIRI

Mansurov Muxiddin Maxmudjon o'g'li
Mustaqil izlanuvchi
mansurovmuxiddinjon@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.23068410

Annotatsiya. Ushbu tezisda nanomateriallarning asfaltbeton qorishmasining fizik-mexanik ko'rsatkichlariga ta'siri bo'yicha dunyoning yetakchi olimlari tarafidan olib borilgan ilmiy tadqiqotlar va ularning natijalari o'rganilgan. Shuningdek, tadqiqotda asfaltbeton qoplamali avtomobil yo'llarining xizmat muddati davomidagi xarajatlari tahlili asosida nanomateriallarni qo'llashning iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlari baholangan.

Kalit so'zlar: Nanomateriallar, modifikatsiyalangan bitum, nano-silika, Marshall barqarorligi, plastik deformatsiya, g'ildirak izi, adgeziya, iqtisodiy samaradorlik, xizmat muddati.

Аннотация (Rus tili) В данном тезисе изучены научные исследования ведущих мировых ученых и их результаты по влиянию наноматериалов на физико-механические показатели асфальтобетонной смеси. Также в исследовании на основе анализа затрат в течение срока службы автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием оценены показатели экономической эффективности применения наноматериалов.

Ключевые слова: Наноматериалы, модифицированный битум, нанокремнезем (нано-силика), стабильность по Маршаллу, пластическая деформация, колея, адгезия, экономическая эффективность, срок службы.

Abstract. This thesis examines the scientific research and findings conducted by the world's leading scientists on the effect of nanomaterials on the physical and mechanical properties of asphalt concrete mixtures. Furthermore, based on the life-cycle cost analysis of asphalt concrete pavements, the study evaluates the economic efficiency indicators of utilizing nanomaterials.

Keywords: Nanomaterials, modified bitumen, nano-silica, Marshall stability, plastic deformation, rutting, adhesion, economic efficiency, service life (life-cycle).

Barcha sohalarda bo'lgani kabi, avtomobil yo'llari sohasida ham yangi innovatsion texnologiyalar va materiallarni o'rganish va ulardan foydalanish bo'yicha ko'plab tajriba-snov ishlari, ilmiy tahlillar va o'rganishlar olib borilmoqda. Yo'l qurilish sanoatida, ayniqsa, nanomateriallar foydalanib transport yuklamalari, iqlim omillari va boshqa ta'sirlarga chidamli bo'lgan asfaltbeton qorishmalarini ishlab chiqilmoqda. Ushbu turdagi qoplamaning yana bir asosiy afzalligi qoplama xizmat davri mobaynida qilinadigan ekspluatatsion xarajatlarning kamayishidir.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Olib borilgan tadqiqotlar doirasida nanomateriallarning (xususan, nano-kremniy va nano-gilli birikmalarning) asfaltbeton qorishmalari strukturasini mukammallashtirish hamda ularning mexanik xossalarini barqarorlashtirishdagi roli tahlil qilingan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, mikro-darajadagi bog‘lanishlarning mustahkamlanishi hisobiga yo‘l qoplamasining xizmat muddati sezilarli darajada uzayadi.

Mazkur ilmiy ishda dunyoning yetakchi ilmiy markazlari va olimlari tomonidan olingan tajriba-sinov natijalarini tahlil qilingan. Tahlil jarayonida nano-silika (SiO_2), nano-glina va uglerod nanotubalari kabi modifikatorlarning yo‘lbob bitum reologiyasiga hamda mineral materiallar bilan o‘zaro adgeziya bog‘lanishlariga ta’siri o‘rganildi. Shuningdek, qoplamaning butun xizmat muddati davomidagi xarajatlari tahlili usuli orqali innovatsion qorishmalarning iqtisodiy jihatlari baholandi.

Olib borilgan tadqiqotlar doirasida nanomateriallarning (xususan, nano-kremniy va nano-gilli birikmalarning) asfaltbeton qorishmalari strukturasini mukammallashtirish hamda ularning mexanik xossalarini barqarorlashtirishdagi roli tahlil qilingan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, mikro-darajadagi bog‘lanishlarning mustahkamlanishi hisobiga yo‘l qoplamasining xizmat muddati sezilarli darajada uzayadi.

Jahon olimlarining ilmiy xulosalariga ko‘ra, bitum tarkibiga o‘rtacha 2.0-3.0% miqdorda nano-silika qo‘shilishi quyidagi ijobiy ko‘rsatkichlarni namoyon etadi:

1. Marshall barqarorligining ortishi: Nanozarrachalarning o‘ta yuqori solishtirma sirt maydoni bitum strukturasi ichida qo‘shimcha mustahkam karkas hosil qiladi, bu esa qorishmaning yuk ko‘tarish barqarorligini 18-22% gacha oshiradi.
2. Plastik deformatsiyaga cheklov: Yuqori haroratlarda (60° C) nano-modifikatsiyalangan asfaltbetonning qovushqoqligi yuqori bo‘lib qolishi hisobiga yo‘llarda g‘ildirak izi hosil bo‘lish chuqurligi 30-35% gacha kamayishi kuzatilgan.
3. Adgeziyaning yaxshilanishi: Nano-qo‘shimchalar bitum va chaqiq tosh sirti o‘rtasidagi kimyoviy bog‘lanishni kuchaytirib, namlik ta’sirida qoplamaning yemirilish xavfini bartaraf etadi.

Nanomateriallarni dastlabki sotib olish va qorishmaga kiritish xarajatlari materialning tannarxini birmuncha oshirsada, xizmat muddati davomidagi xarajatlar tahlili mutlaqo teskari iqtisodiy samarani ko‘rsatmoqda. Asfaltbeton tarkibiga nano-zarrachalarning kiritilishi yo‘l qoplamasining ekspluatatsiya muddatini 1.5 barobargacha uzaytiradi. Natijada, joriy ta’mirlash ishlari va ekspluatatsiya xarajatlari kamayadi, yo‘lni ta’mirlashlararo davri esa uzayadi. Bu esa xarajatlarni sezilarli darajada iqtisod qilish imkonini beradi.

Olib borilgan tadqiqotlarning natijalaridan asoslansak, nanomateriallar asfaltbeton qorishmasining fizik-mexanik xususiyatlarini oshirishda eng istiqbolli komponent hisoblanadi. Nano-silika va nano-glina qo‘shimchalari qoplamaning mexanik mustahkamligini oshirish bilan bir qatorda, iqlimiy salbiy ta’sirlarga chidamlilikni ta’minlaydi. Ekspluatatsiya davridagi xarajatlarning kamayishi ushbu innovatsion texnologiyani zamonaviy yo‘l qurilishiga keng joriy etish iqtisodiy jihatdan to‘liq oqlanishini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI (REFERENCES)

1. Yusoff, N. I., et al. (2019). A Review of Nanomaterials’ Effect on Mechanical Performance and Aging of Asphalt Mixtures. Applied Sciences (MDPI), 9(18), 3657. doi.org

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

2. Fang, C., Yu, R., & Liu, S. (2025). Nanomaterials in asphalt pavements: A state-of-the-art review on microstructural and macro-performance enhancements. Construction and Building Materials, 412, 134-148. doi.org
3. Ghasemi, M., & Marandi, S. M. (2023). Investigating the effect of nano-silica and nanoclay on the Marshall properties, moisture susceptibility, and durability of asphalt mixtures. Cogent Engineering, 10(2), 2269640. doi.org
4. Al-Mansoori, T., & Garcia, A. (2025). Comparative Life Cycle Cost Analysis (LCCA) of Nano-Silica Modified Asphalt Concrete and Conventional Pavements. E3S Web of Conferences, 674, 06009. doi.org

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.