MAXSUS XUSUSIYATLARGA EGA BO‘LGAN MODIFIKATORLAR VA ULARNI BITUMLARDA QO‘LLASH USULLARI

Beknazarov Xasan Soyibnazarovich
TDV, t.f.d., professor
Tel: +9894-617-37-62,
E-mail: hasan74@mail.ru
Turyev Fayzulla Tojiyevichning
QDTU
Tel: +99894-135-87-80,
E-mail: fayzulla@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada Modifikatsiyalangan asfalt uchun kengaytirilgan grafit, SBS modifikatori va ekologik toza plastifikatorlar qo‘llanilgan. Asfalt tutunini chiqarish tajribasi, asfaltning normal ishlashi sinovi, Brookfield viskozite testi, RTFOT testi va asfalt aralashmasi sinovlari (yuqori harorat barqarorligi, past harorat barqarorligi, suv barqarorligi) o‘zgartirilgan asfaltning ishlashini matritsali asfalt va SBS o‘zgartirilgan asfalt bilan solishtirganda yaxshiroq ekanligini isbotlangan. Shuningdek, kengaytirilgan grafit yaxshi tutunni bostirish ta’siriga ega ekanligi aniqlangan.

Kalit so‘zlar. Bitum, oltingugurt, asfalt, kaltsiy karbonat, uglerod-oltingugurt, koks, smola.

Аннотация. В данной работе для модифицированного асфальта были использованы расширенный графит, модификатор SBS и экологически безопасные пластификаторы. Эксперименты по дымовыделению асфальта, испытания на нормальные эксплуатационные характеристики асфальта, испытания вязкости по Брукфилду, испытания RTFOT и испытания асфальтобетонной смеси (стабильность при высоких и низких температурах, устойчивость к воде) показали, что эксплуатационные характеристики модифицированного асфальта превосходят характеристики матричного асфальта и модифицированного SBS асфальта. Также было обнаружено, что расширенный графит обладает хорошим дымоподавляющим эффектом.

Ключевые слова. Битум, сера, асфальт, карбонат кальция, сероуглерод, кокс, деготь.

Abstract. In this study, expanded graphite, an SBS modifier, and environmentally friendly plasticizers were used in the modified asphalt. Smoke emission experiments, normal asphalt performance tests, Brookfield viscosity tests, RTFOT tests, and asphalt concrete mix tests (high- and low-temperature stability, water resistance) demonstrated that the modified asphalt outperformed both matrix asphalt and SBS-modified asphalt. Expanded graphite was also found to have a good smoke suppression effect.

ISSN 3030-3907

Keywords. Bitumen, sulfur, asphalt, calcium carbonate, carbon disulfide, coke, tar.

Kirish

Ushbu tadqiqotda avtomobil yo‘llari tarmog‘i loyihalari sifatli karer resurslarini keng miqyosda iste’mol qililadi, shuningdek, tabiiy gazni qayta ishlash va neft-kimyo loyihalari orqali keyingi avlodlar uchun zarur energiya manbalarini yaratadi. Shu bilan birga, neft va yoqilg‘i iste’molining ortishi hamda oltingugurt kabi katta miqdordagi qo‘shimcha mahsulotlarning chiqarilishi global isishga salbiy ta‘sir ko‘rsatmoqda. Bunday sharoitlarda oltingugurt bilan qisman almashtirilgan bitum yordamida past sifatli agregatlardan issiq asfalt aralashmalarini ishlab chiqarish muhim istiqbolga ega.

Mazkur ishda an'anaviy issiq asfalt aralashmalari past sifatli agregatlar va sof bitumdan 160°C aralashtirish haroratida tayyorlandi. Shuningdek, bog’lovchi sifatida oltingugurtdan (10, 20, 30 va 40%) qo‘shilgan asfalt aralashmalari past sifatli agregatlar bilan 140°C aralashtirish haroratida sinovdan o‘tkazildi. Bitum og'irligiga nisbatan qo‘llanilgan oltingugurt miqdori va aralashmaning mexanik xususiyatlari, jumladan Marshall barqarorligi, oqimi, havo bo‘shliqlari, qattiqlik va boshqa sinovlar, masalan, tirqish sezuvchanligi, bilvosita valentlik kuchi va barqarorlikni yo‘qotish o‘lchandi [1].

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, oltingugurtli asfaltning shishishi tarmoq tuzilmasining mustahkamligini oshirdi va yuqori haroratdagi rutting qarshiligini, elastik deformatsiyani qayta tiklash qobiliyatini va o‘rta haroratdagi charchoqqa bardoshliligini sezilarli darajada yaxshiladi. Biroq, past haroratli yorilish qarshiligi biroz pasaydi [2].

Asfalt komponentlarining eskirishi bilan o‘zgartirilgan asfaltning qattiqligini sezilarli darajada oshirdi, bu esa elastiklikning pasayishiga olib keldi. Past haroratdagi yorilish qarshiligi 20-30% ga kamaydi, charchoq muddati esa 10-20% ga qisqardi. Yuqori haroratli reologik xususiyatlarda esa 10% dan kam miqdorda yaxshilanishi kuzatildi.

Piroliz moy qoldig‘i 600 °C haroratda chiqindi vakuumli pirolizi jarayonida hosil bo‘ladi. Bu qoldiqdan past haroratlarda bitumning reologik xususiyatlarini yaxshilash uchun modifikator sifatida qo‘llaniladi. Piroliz moy qoldig‘ining xarakteristikasi pastroq yopishqoqlik va pastroq porlash nuqtasini ko‘rsatib, elementar tarkibi toza bitumga o‘xshash bo‘lganini aniqladi. Qiziqarli jihati shundaki, Piroliz moy qoldig‘i yuqori qatron tarkibiga (~20%) ega bo‘lib, uning C-H (C/H) nisbati toza bitumning qatron qismiga yaqin, bu esa egiluvchanlikning oshishiga olib keldi [3].

Ushbu tadqiqotda uglerod-oltingugurtdan qo‘shimcha sifatida mahsulotining 40/50 asfalt bilan zich gradusli asfalt aralashmalarida kaltsiy

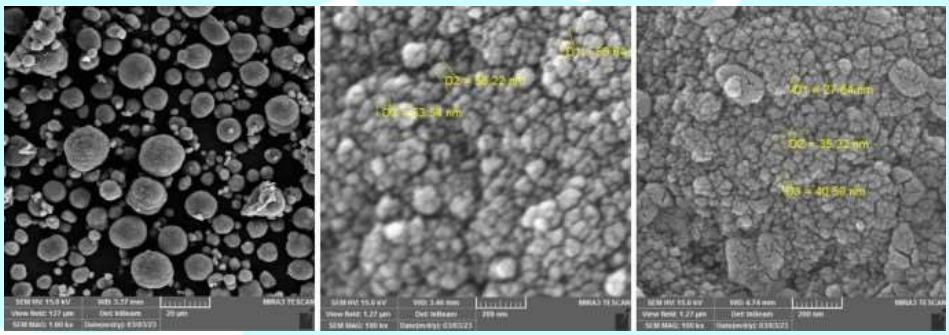
ISSN 3030-3907

karbonat ($CaCO_3$) o‘rniga plomba moddasini almashtiruvchi sifatida qo‘llanishi o‘rganildi.



1-rasm. Mineral moddalar: a kalsiy karbonat, b maydalashdan oldin uglerod-oltingugurt, c maydalangandan keyin uglerod-oltingugurt

Tadqiqotning maqsadi, Iroqdagi qattiq chiqindilar muammosi va poligon sig‘imining kamayishi, xususan, uglerod-oltingugurt chiqindilaridan tejamkor foydalanish orqali samarali echim topishdir. Har bir aralashma uchun laboratoriya sinovlari, jumladan, Marshall barqarorligi va oqimi, bilvosita tortishish kuchi, namlik sezuvchanligi, deformatsiyaga chidamlilik va yarim dumaloq egilish sinovi o‘tkazildi.



2-rasm. Mineral qo‘shimchalarning SEM tahlili

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, 5% va 6% uglerod-oltingugurt konsentratsiyasi bir qator muhim afzalliklar beradi. Bu afzalliklarga yuqori yorilish va sinishga chidamlilik, Marshall ko‘rsatkichlariga muvofiqlik, shuningdek, namlik sezuvchanligining yaxshilanishi kiradi. Xulosa shuki, uglerod-oltingugurtni plomba moddasiga almashtirish orqali sezilarli darajada xarajatlarni kamaytirish va poligonlardan foydalanishni qisqartirish mumkin.

Yuqori samarali bitum qarish, oksidlanish va atrof-muhit omillari ta’sirida yomonlashuvga chidamliligi yuqori bo‘lgan yuqori chidamlilikni namoyish etadi. U uzoq vaqt davomida o‘z xususiyatlarini saqlab qoladi, bu esa qoplamaning ishlash muddatini uzaytiradi.

Yuqori samarali bitum keng harorat oralig‘ida yaxshi ishlash uchun ishlab chiqilgan. Yopishqoqlik va yopishish: Yuqori samarali bitum agregatlarga mukammal yopishishga ega, bu bitum va agregat zarralari o‘rtasida mustahkam

ISSN 3030-3907

bog‘lanishni ta’minlaydi. Bu qoplama strukturasining mustahkamligi va mustahkamligini oshiradi.

Yuqori samarali bitum odatda avtomobil yo‘llari, og‘ir tirbandlik joylari, aeroportlar va boshqa muhim infratuzilma loyihalari kabi talabchan ilovalarda qo‘llaniladi. Uning yuqori xususiyatlari yuqori hajmli transport va og‘ir atrof-muhit sharoitlariga bardosh bera oladigan xavfsizroq, bardoshli va uzoq muddatli qoplamalarga yordam beradi.

Past haroratlarda moslashuvchanlik: past haroratli bitum odatda 60°C dan past bo‘lgan sovuq ob-havo sharoitida ham moslashuvchanligi va ish qobiliyatini saqlab qoladi. U egiluvchan bo‘lib qoladi, bu esa aralashtirish, joylashtirish va siqishni osonlashtiradi.

Past haroratli bitum sovuq ob-havo sharoitida chuqurchalar, yoriqlar va shikastlangan yulka yuzalarini sovuq yamoq va ta’mirlash uchun ishlatiladi. U mavjud qoplamaga yaxshi yopishadigan moslashuvchan va bardoshli yamoq materialini beradi.

Past haroratli bitum sovuq iqlim sharoitida yaxshilangan yorilishga chidamliligini namoyish etadi, bu esa haroratning o‘zgarishi va muzlash-erish davrlari natijasida yuzaga keladigan termal yorilish xavfini kamaytiradi. Shuni ta’kidlash kerakki, past haroratli bitum tarkibiga ko‘ra an’anaviy issiq aralash asfaltga nisbatan bir oz farqli xususiyatlarga ega bo‘lishi mumkin.

Polimer bilan modifikatsiyalangan bitum (PMB) o‘z xususiyatlarini yaxshilash uchun stirol-butadien stirol (SBS) yoki etilen-vinil asetat (EVA) kabi polimerlarni bitumga qo‘shishni o‘z ichiga oladi. PMB yaxshilangan elastiklik, deformatsiyaga chidamlilik, haroratga chidamlilik va chidamlilikni namoyish etadi.

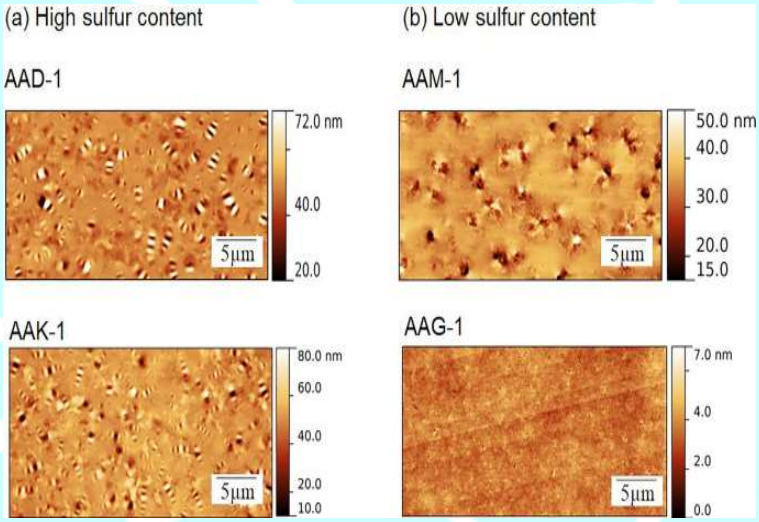
Ushbu tadqiqot ishida bitum tarkbidan ortiqcha miqdaordagi kul va pirit oltingugurtni miqdorini kamaytirish uchun eksperimental tadqiqot o‘tkazilgan bo‘lib, bu jarayon uchun 24 kHz chastotali past chastotali ultratovush transduser bilan jihozlangan flotatsiya kolonnasi ishlatildi. Dastlabki bitum namunalarida 9,6% oltingugurt (shundan 6,81% oltingugurt pirit shaklida) va 26,4% kul mavjud ekanligi va bu zarracha hajmi, aeratsiya tezligi 4 L/min bo‘lgan pulpa tarkibida, 5% qattiq modda konsentratsiyasi sharoitida olib borildi.

Oltingugurtning qayta kristallanishi bitumning elastik komponentlarini kuchaytirib, uning parchalanishga qarshiligini va charchoq muddatini uzaytiradi. Biroq, oltingugurt miqdori 20% dan oshganda, ortiqcha qayta kristallangan oltingugurt stress konsentratsiyasini oshirib, charchoqqa qarshi chidamlilikni pasaytirishi mumkin. Oltingugurtning qayta kristallanishi asosan dastlabki 15 kun ichida to‘planadi, garchi bu jarayonning qoldiqlari hatto 60 kundan keyin ham

ISSN 3030-3907

aniqlangan bo‘lsa-da (tadqiqotdagi maksimal quritish vaqti). Shu sababli, SEB xususiyatlarini baholashda 15 kunlik vaqti etarli bo‘ladi [4].

Ushbu maqolada asfalt aralashmalariga oltingugurt qo‘shishning ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, oltingugurt qo‘shilishi asfaltning Marshall barqarorligi, qattiqligi va past haroratdagi egiluvchanligini oshiradi. Shu bilan birga, deformatsiya kamayadi.



3-rasm. Yuqori oltingugurt va b kam oltingugurt o‘z ichiga olgan asfaltning AFM mikrograflari. 30 × 15m^2 topografiyasi.

Oltingugurtning atrof-muhitga va sog'liq uchun xavfi, ayniqsa oltingugurt dioksidining xavfli gaz sifatida hosil bo‘lishi, uning asfaltlarda qo‘llanilishini cheklaydi.

Porfiryeva, R.T ning olib brogan tadqiqot natijalariga ko‘ra, organik polisulfidlar uchun to‘yinmagan bog'lari mavjud birikmalar modifikator sifatida taklif etilgan bo‘lib, ular reaksiya jarayonida vodorod sulfidining ajralib chiqishini oldini oladi. Hosil bo‘lgan polisulfidlar monomer birligida oltingugurt atomlarining nisbatan kichik miqdori bilan (8 tagacha) tavsiflanadi va ko‘p miqdorda modifikator talab qiladi – ya’ni, oltingugurt massasiga nisbatan 20% dan ortiq.

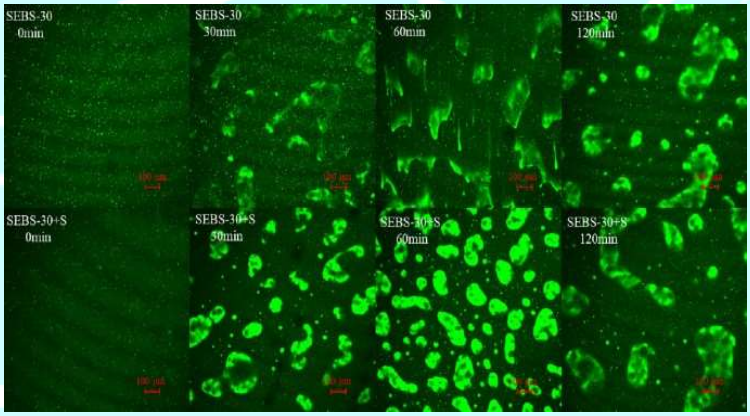
Koks zavodi smolasi 220°C haroratda, havo oqimida 1,8 L/min tezlikda 4,5 soat davomida oksidlanadi. Ushbu jarayonda smolaga elementar oltingugurt miqdori 20, 30 va 40 massaga teng foizlarda qo‘shiladi. Oltingugurt miqdori 20% dan 40% gacha oshirilganda, penetratsiya 55 mm dan 38 mm gacha kamayadi, yumshatish harorati esa (halqa va novda usuli bilan o‘lchangan) 52°C dan 45°C gacha pasayadi. Smolaga 20, 30 va 40 massaga teng foiz oltingugurt qo‘shilganda aralashmaning fizik-mexanik xususiyatlaridagi o‘zgarishlar rentgen fazali tahlil orqali tadqiq qilinadi. 30% og'irlikdagi oltingugurt qo‘shilganda, oltingugurt aromatik halqalar bilan reaksiyaga kirishib, 2-naftanol-6-sulfonik kislota ($OHS_{10}N_6SO_3H$) hosil qiladi.

ISSN 3030-3907

Yorilishga qarshi bitum bitum va agregatlar orasidagi yopishqoqlikni kuchaytirish uchun ishlab chiqilgan. Bu bitumning agregatlar yuzasiga samarali qoplanishini va yopishishini ta’minlab, bog‘lanish mustahkamligini yaxshilaydi [5].

Namlik bitum va agregatlar orasidagi bog‘lanishni zaiflashtirib, asfalt aralashmalarining ishlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Namlikning bu salbiy ta’sirini kamaytirish uchun yorilishga qarshi qo‘shimchalar suvga chidamli interfeys yaratishga yordam beradi. Bu qo‘shimchalar asfalt aralashmalarida namlikning shikastlanish va tozalanish xavfini kamaytiradi. Shuningdek, ular asfalt bog‘lovchining xususiyatlariga yoki ishlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatmaydi [6].

Ushbu tadqiqotda modifikator va asosiy asfalt o‘rtasidagi o‘zaro muvofiqlikni baholashning takomillashtirilgan metodlari ishlab chiqilgan. Tadqiqot doirasida, dastlab oltingugurt asosidagi stabilizatorli va stabilizatorsiz stirol triblok kopolimeri (STC) bilan modifikatsiyalangan asfaltning oltita varianti yuqori haroratda saqlangandan so‘ng faza xususiyatlari lazerli mikroskopiya (LSCM) yordamida o‘rganildi [7].



4-rasm. Oltingugurtli va oltingugurtsiz SEBS-30 asfaltning tasvirlari

Tadqiqot natijasida moslikni baholashning yangi usuli ishlab chiqildi. Kuzatuvlar shuni ko‘rsatdiki, stabilizator bo‘lmagan STC-modifikatsiyalangan asfalt orolsimon tuzilmalar diametrining o‘sishi va uzoq muddatli saqlashda floresan intensivligining oshishini namoyon etadi [8].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. Wang, R., Yue, M., Xiong, Y., & Yue, J. (2021). Experimental study on mechanism, aging, rheology and fatigue performance of carbon nanomaterial/SBS-modified asphalt binders. Construction and Building Materials, 268, 121189.
2. Liu, Y., Zhang, J., Chen, R., et al. (2017). Ethylene vinyl acetate copolymer modified epoxy asphalt binders: Phase separation evolution and mechanical properties. Construction and Building Materials, 137, 55–65.
3. Bhat, F. S., & Mir, M. S. (2021). A study investigating the influence of nano Al2O3 on the performance of SBS modified asphalt binder. Construction and Building Materials, 271, 121499.

ISSN 3030-3907

4. Xiao, H., Cao, D., Qin, Z. et al. Research on the Effects of SBS Swelling, Thermal-Oxidative Aging, and Sulfur Crosslinking on Chemical Composition and Rheological Properties of SBS-Modified Asphalt. Int. J. Pavement Res. Technol. (2023).
5. Kebritchi, A., Shams, K., Firoozifar, H. et al. Rheological Analysis of Bitumen Modified by Waste Tire Powder Pyrolytic Oil Residue. Int. J. Pavement Res. Technol. 17, 668–679 (2024).
6. Al-Mohammed, M.A., Al-Hadidy, A.I. Tensile Strength, Deformation Strength, and Semi-circular Bending Properties of Carbon–Sulfur as a Sustainable Filler in Asphalt Mixes. Int. J. Pavement Res. Technol. (2024).
7. Kim, S.-W., Park, H.-S., Kim, J.-K., & Jung, Y.-W. (2016). Characteristics of the warm-mix asphalt mixtures using the modified sulfur binder. Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute, 4(4), 489–495.
8. Heitzman M.A. State of the Practice-Design and Construction of Asphalt Paving Materials with Crumb Rubber Modifier; Research Report No. FHWA-SA-92-022, 1339; Federal Highway Administration: Washington, DC, USA, 1992; pp. 1–8.

ISSN 3030-3907