# NEFT BITUMLARINI POLIMER VA MINERAL MODIFIKATORLAR BILAN FUNKSIONALLASHTIRISH ORQALI ULARNING ISSIQLIK VA DEFORMATSION BARQARORLIGINI OSHIRISH

**Saidov Lazizbek Erkinovich**
*Neftgaztadqiqot AJ*

**Annotatsiya.** Maqolada neft bitumlarini polimer va mineral modifikatorlar bilan funksionallashtirishning fizik-kimyoviy asoslari tahlil qilinadi. SBS elastomerining fazoviy tuzilishi, mineral sirtning adsorbsion ta'siri va fazalararo moslikning issiqlik hamda deformatsion xossalarga aloqasi izohlanadi. Tarkibni tanlash, nazorat namunalarini tayyorlash va ko'p mezonli baholash uchun tadqiqot dasturi taklif etiladi. Ish adabiyotlar tahlili va metodik takliflardan iborat; original tajriba natijalari keltirilmagan.

**Kalit so'zlar:** neft bitumi, SBS, mineral modifikator, montmorillonit, funksionallashtirish, reologiya, qoldiq deformatsiya.

**Аннотация.** Рассмотрены физико-химические основы функционализации нефтяных битумов полимерными и минеральными модификаторами. Показана роль структуры SBS, адсорбции на минеральной поверхности и межфазной совместимости. Предложена программа сравнительных испытаний и многокритериального выбора состава. Работа носит аналитический и методический характер; оригинальные экспериментальные результаты не представлены.

**Ключевые слова:** нефтяной битум, SBS, минеральный модификатор, монтмориллонит, функционализация, реология.

**Abstract.** This paper examines the physicochemical basis for functionalising petroleum bitumen using polymer and mineral modifiers. It discusses the roles of the SBS network, adsorption at mineral surfaces and interfacial compatibility. A comparative testing programme and a multicriteria composition selection procedure are proposed. The paper is an analytical and methodological study and reports no original experimental results.

**Keywords:** petroleum bitumen, SBS, mineral modifier, montmorillonite, functionalisation, rheology.

## KIRISH.

Neft bitumi harorat va yuklash davomiyligiga sezgir bo'lgan murakkab organik bog'lovchidir. Qoplama qiziganda uning oqishga moyilligi kuchayishi, soviganda esa deformatsiyani relaksatsiyalash qobiliyati kamayishi mumkin. Shu sababli issiqlik barqarorligini faqat yumshash haroratini oshirish bilan tenglashtirish yetarli emas. Amaliy vazifa yuqori haroratdagi qoldiq


ISSN 3030-3907

deformatsiyani kamaytirish bilan birga past haroratdagi yorilishga qarshilik va texnologik ishlov berish qulayligini saqlashdan iborat.

Bitumning tarkibi xomashyo va ishlab chiqarish usuliga bog‘liq. Asfaltenlar, smolalar hamda malten muhitining o‘zaro ta’siri modifikatorning shishishi va tarqalishiga ta’sir ko‘rsatadi. Bir bitum uchun muvaffaqiyatli topilgan retsepturani boshqa bitumga o‘zgarishsiz ko‘chirish ilmiy jihatdan asosli emas. Dastlabki bog‘lovchining xossalari, modifikator turi va tayyorlash rejimi birgalikda tekshirilishi kerak.

Ren va hammualliflar SBS lateksi bilan modifikatsiyalangan bog‘lovchilarni tekshirishda reologiya, moslik va issiq saqlash barqarorligini parallel baholagan [2]. Bu yondashuv mahalliy bitum uchun ham metodik ahamiyatga ega. Biroq lateks tarkibi, quruq polimer ulushi va suvning chiqarilishi donador SBS bilan bir xil emas; ularning dozalari bevosita tenglashtirilmaydi.

Ushbu maqolaning maqsadi polimer va mineral komponentlardan iborat tizim uchun tekshiriladigan ilmiy gipoteza hamda baholash ketma-ketligini shakllantirishdir. Gipotezaga ko‘ra, elastik polimer fazasi va boshqariladigan mineral interfeys birgalikda qoldiq siljishni cheklashi mumkin. Bunday ta’sirning mavjudligi nazorat guruhlari va takroriy sinovlar orqali isbotlanishi lozim.

Ishning chegarasi bog‘lovchi darajasidagi tahlil bilan belgilanadi. Bog‘lovchida o‘lchangan yaxshilanish asfaltbetonning xizmat muddatiga avtomatik ravishda teng emas. Keyingi bosqichda bir xil granulometriya va hajmiy ko‘rsatkichlarga ega asfaltbeton aralashmalarida g‘ildirak izi, suvga chidamlilik va charchash sinovlari talab etiladi. Shu farq natijalarni to‘g‘ri talqin qilish uchun asosiy shartdir.

**Polimer va mineral fazalarning funksional vazifalari.**

SBS stirol–butadiyen–stirol blok-sopolimeridir. Uning stirol bloklari xizmat haroratlarining muayyan oralig‘ida fizik bog‘lanish nuqtalari, butadiyen segmentlari esa egiluvchan bo‘g‘inlar sifatida ishlashi mumkin. Malten komponentlarini yutish polimerning shishishiga olib keladi. Natijada shakllanadigan morfologiya polimer miqdori, molekulyar tuzilishi va bitumning erituvchanlik xususiyatlariga bog‘liq bo‘ladi. Har qanday SBS qo‘shilishi uzluksiz tarmoq hosil qiladi, deb bo‘lmaydi.

Mineral komponent polimerdan boshqa vazifani bajaradi. Diatomitning g‘ovak yuzasi suyuq fraksiyalarni adsorbsiyalashi, qatlamli montmorillonit esa dispers fazalar orasidagi transport yo‘llariga ta’sir qilishi mumkin. Kremniy dioksidi sirtining holati zarrachalar orasidagi tortishish va aglomeratsiyani belgilaydi. Mineralning nomi bilan birga uning o‘lcham taqsimoti, namligi, solishtirma yuzasi va sirt ishlovi ko‘rsatilishi zarur.


ISSN 3030-3907

Lu va hammualliflar organik modifikatsiyalangan montmorillonit hamda SBS tizimida reologik va qarish xossalarini tadqiq qilgan [1]. Ushbu ish mineral komponentni faqat inert to‘ldirgich sifatida qabul qilish cheklanganligini ko‘rsatadi. Biroq ma’lum tarkibda olingan yo‘nalish har qanday mahalliy gil uchun kafolatlangan natija hisoblanmaydi. Organik ishlov berilmagan gilning namlikka sezgirligi va tarqalishi boshqacha bo‘lishi mumkin.

Mazkur ishda funksionallashtirish atamasi bitumning vazifaviy xossalarini maqsadli o‘zgartirish ma’nosida ishlatiladi. Mexanik aralashtirishning o‘zi yangi kovalent bog‘ hosil bo‘lganini isbotlamaydi. Kimyoviy funksionallashtirish haqida xulosa qilish uchun mos nazorat spektrlari, reaksion mexanizm va bir-birini tasdiqlovchi tahlillar zarur. FTIR spektridagi intensivlik o‘zgarishi tarkibning oddiy suyulishi bilan ham bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Birgalikdagi ta’sir uchun ikkita qarama-qarshi imkoniyat mavjud. Mineral sirt polimer fazasini barqarorlashtirishi mumkin; shu bilan birga ayrim fraksiyalarni yutib, SBS shishishi uchun mavjud muhitni kamaytirishi ham mumkin. Shu sababli sinergiya oldindan qabul qilinadigan fakt emas, balki kompozit namuna natijasini alohida modifikatorli nazoratlar bilan taqqoslash orqali tekshiriladigan gipotezadir.

**Materiallarni tanlash va namunalarni tayyorlash metodikasi.**

Tadqiqot uchun bitta partiyadagi neft bitumi, tarkibi hujjatlashtirilgan SBS va dastlab bitta turdagi mineral tanlanadi. Mineral turi bo‘yicha taqqoslash alohida seriyada o‘tkaziladi. Bu yondashuv kimyoviy tabiat, granulometriya va namlik ta’sirlarini aralashtirib yubormaslikka yordam beradi. Bitum uchun penetratsiya, yumshash harorati va qovushqoqlikning boshlang‘ich qiymatlari o‘lchanadi; ishlab chiqaruvchi va partiya ma’lumotlari qayd etiladi.

Boshlang‘ich qidiruv rejasi sifatida SBSning yakuniy kompozit massasiga nisbatan 2, 4 va 6 foizli, mineralning esa 0, 2 va 4 foizli darajalari taklif etiladi. Bu miqdorlar aniqlangan optimum emas. Ular laboratoriya imkoniyatlari va dastlabki moslik tekshiruvidan keyin toraytiriladigan tajriba omillaridir. Barcha retsepturalar uchun bitum ulushi 100 foizdan qolgan komponentlar ulushini ayirish orqali aniqlanadi.

Har bir tarkib uchun nazoratlar saqlanadi: modifikatorsiz bitum, faqat SBSli bitum, faqat mineralli bitum va ikki komponentli kompozit. Modifikatorsiz nazorat ham xuddi shu issiqlik va aralashtirish tarixidan o‘tkaziladi. Aks holda tayyorlash paytidagi oksidlanish modifikator samarasi sifatida noto‘g‘ri talqin qilinishi mumkin. Har bir tarkibdan kamida uchta mustaqil tayyorlangan partiya olish rejalashtiriladi.

Bitum oqadigan holatga keltirilgach, SBS bosqichma-bosqich qo‘shiladi. Bir jinsli tarqalishdan so‘ng oldindan quritilgan mineral kichik porsiyalarda beriladi.


ISSN 3030-3907

Dastlabki texnologik qidiruv uchun 160–180 °C oralig‘i ko‘rib chiqilishi mumkin, lekin yakuniy rejim qovushqoqlik, polimer tavsifi va termik zarar xavfi asosida belgilanadi. Bir xil haroratda ortiqcha ushlab turish yaxshiroq dispersiyaga teng emas.

Aralashtirgich aylanish chastotasi bilan birga rotor diametri, rotor–stator oralig‘i, idish hajmi va namuna massasi yozib boriladi. Faqat aylanishlar sonini berish boshqa uskunada tajribani takrorlash uchun yetarli emas. Namuna olish va sovitish tartibi bir xil qilinadi. Laboratoriya protokoli tarkibning haqiqiy massasini, qo‘shish ketma-ketligini, harorat profilini va kuzatilgan ajralish yoki ko‘piklanishni qamrab oladi.

**Issiqlik va deformatsion xossalarni kompleks baholash**

Baholash dasturi oddiy fizik ko‘rsatkichlardan boshlanib, reologik va tuzilmaviy o‘lchovlar bilan davom ettiriladi. Yumshash harorati issiqlik ta’sirida shakl o‘zgarishini tavsiflaydi, penetratsiya esa belgilangan sharoitdagi konsistensiyani ifodalaydi. Ular birgalikda dastlabki saralash uchun foydali, ammo takroriy transport yuklamasi ostidagi elastik qaytishni to‘liq tavsiflamaydi. Shu sababli faqat shu ikki sinovga asoslangan xulosa cheklangan bo‘ladi.

Dinamik siljish reometrida kompleks modul G* va faza burchagi δ turli harorat hamda chastotalarda aniqlanadi. Avval chiziqli viskoelastik soha topilib, keyingi o‘lchovlar shu chegarada bajariladi. G* qiymatining ortishi qattiqlashishni, δ qiymatining o‘zgarishi esa elastik va viskoz ulushlar nisbatining siljishini bildirishi mumkin. Talqin o‘lchash harorati, chastotasi va qarish holati bilan birga beriladi.

Ko‘p martalik siljish va tiklanish sinovida qaytmas deformatsiya moslashuvchanligi Jnr hamda tiklanish ulushi R hisoblanadi. Belgilangan sikl uchun $Jnr = \gamma nr / \tau$, $R = 100(\gamma max - \gamma nr) / \gamma max$. Bu yerda γnr — yuk olishdan keyingi qoldiq, γmax — yuklash oxiridagi maksimal nisbiy siljish, τ — siljish kuchlanishi. Siklning boshlang‘ich bazasi to‘g‘ri ayrilishi va birliklar bir xil saqlanishi zarur; τ kPa da berilsa, Jnr birligi $kPa^{-1}$ bo‘ladi.

Issiq saqlashdan keyin yuqori va quyi qatlamlarning xossalari alohida o‘lchanadi. Yumshash haroratlari farqi $\Delta T = |T_{yuqori} - T_{quyi}|$ sifatida ifodalanadi. Farq kichikligi foydali belgi, biroq barcha fazalar bir tekis qarigan bo‘lsa ham shu natija olinishi mumkin. Shuning uchun ΔT morfologiya va qatlamlar reologiyasi bilan birga ko‘riladi; tanlangan vaqt va harorat protokolda ochiq ko‘rsatiladi.

Qisqa va uzoq muddatli laboratoriya qarishidan oldin hamda keyin bir xil sinovlar takrorlanadi. Past haroratdagi qattiqlik va relaksatsiya egilish reometri kabi mos usulda tekshiriladi. FTIR oksidlanish belgilarini, mikroskopiya esa faza tarqalishini baholashga xizmat qiladi. Har bir usul uchun amaldagi standartning


ISSN 3030-3907

to‘liq nashri laboratoriyada tanlanadi; bu maqoladagi metodik tavsiya standart protsedurasining o‘rnini bosmaydi.

**MUHOKAMA VA TARKIBNI TANLASH MEZONLARI.**

Taklif etilayotgan baholashda eng yuqori yumshash haroratiga ega namuna avtomatik ravishda eng yaxshi deb olinmaydi. Mineral ulushi ortishi oqishni cheklashi mumkin, lekin qovushqoqlikni ham oshiradi. Juda qattiq bog‘lovchining past haroratdagi deformatsiyani yengillashtirish qobiliyati kamayishi ehtimoli bor. Optimal tarkib shu qarama-qarshi talablar ichida asoslanadi: issiqda shaklni saqlash, sovuqda yorilmaslik va ishlab chiqarishda bir tekis tarqalish.

Sinergiyani miqdoriy tekshirish uchun bir xil sharoitda o‘lchangan Y ko‘rsatkichining o‘zaro ta’sir kontrasti ishlatilishi mumkin: $I = Ypm - Yp - Ym + Y0$. Bu yerda Ypm kompozit, Yp polimerli, Ym mineralli, Y0 esa bazaviy namuna javobidir. Kattaroq qiymati ma’qul ko‘rsatkichda musbat I qo‘shimcha foydani ko‘rsatishi mumkin; Jnr kabi kichik qiymati ma’qul ko‘rsatkichda belgi teskari talqin qilinadi. Kontrast tanlangan shkala va o‘lchov xatoligiga bog‘liq.

Kompozitning o‘rtacha qiymati nazoratlardan farq qilishi statistik ishonchlilik bilan tekshiriladi. Mustaqil partiyalar o‘rtasidagi tarqoqlik tayyorlashning takrorlanuvchanligini ko‘rsatadi. Bir partiyadan olingan uchta reometr o‘lchovi uchta mustaqil tayyorlashga teng emas. O‘rtacha qiymat, standart og‘ish, ishonch oralig‘i va sinovlar soni birgalikda beriladi. Ahamiyatsiz farq asosida sanoat ustunligi e’lon qilinmaydi.

Diatomitli bitum hamda rezina–diatomitli asfaltbeton bo‘yicha tadqiqotlar mineral fazani kompozitsion tizimlarda o‘rganish uchun qo‘shimcha misollar beradi [3, 4]. Biroq asfaltbeton tarkibidagi agregat skeleti ta’siri bog‘lovchi reologiyasidan ajratilishi lozim. Shu sababli ushbu maqolada yo‘l aralashmasidan olingan foizli yaxshilanishlar sof bitumga ko‘chirilmagan va mahalliy tarkib uchun tayyor natija sifatida ko‘rsatilmagan.

Amaliy saralash ikki bosqichda bajarilishi maqsadga muvofiq. Avval qovushqoqlik, ajralish va sovuqdagi xossalar bo‘yicha qabul qilib bo‘lmaydigan tarkiblar chiqariladi. So‘ng qolgan variantlar Jnr, tiklanish, qarishdan keyingi xossalar va hisoblangan tannarx bo‘yicha taqqoslanadi. Narxlar, energiya sarfi va xizmat muddati bo‘yicha haqiqiy ma’lumotlar olinmaguncha iqtisodiy samaradorlik faqat hisoblash sxemasi sifatida taqdim etiladi.

**XULOSA.**

Neft bitumining issiqlik va deformatsion barqarorligini oshirish uchun SBSning elastik javobi hamda mineral interfeysning tuzilmaviy ta’sirini birgalikda boshqarish ilmiy jihatdan tekshirishga arziydigan yo‘nalishdir. Bunda komponentlarning shunchaki mavjudligi yetarli emas: disperslanish sifati, fazalararo moslik va boshlang‘ich bitumning tarkibi natijani belgilaydi.


ISSN 3030-3907

Modifikatsiyadan keyingi qattiqlashishning o‘zi xizmatga yaroqlilikning to‘liq isboti bo‘la olmaydi.

Taklif etilgan metodika modifikatorsiz, polimerli, mineralli va kompozit nazoratlarni bir xil tayyorlash sharoitida solishtirishga asoslanadi. Jnr va elastik tiklanish deformatsion javobni, qovushqoqlik ishlov berish imkoniyatini, issiq saqlash sinovi fazaviy barqarorlikni, qarish va past harorat sinovlari esa uzoq muddatli muvozanatni baholaydi. Mustaqil partiyalar natijalari asosida o‘zaro ta’sir kontrasti va noaniqlik aniqlanishi kerak.

Ishning metodik natijasi modifikatorni faqat yumshash harorati bilan saralashdan ko‘p mezonli tekshiruvga o‘tishdir. Keltirilgan doza va harorat oraliqlari tajribani rejalashtirish uchun taklif bo‘lib, tayyor sanoat retsepturasi emas. Mahalliy bitum va mineral bilan laboratoriya tasdig‘isiz optimal tarkib, foizli yaxshilanish yoki foydalanish muddati haqida yakuniy sonli xulosa chiqarilmaydi.

Keyingi bosqichda tanlangan tarkiblarning pilot partiyalari tayyorlanib, bog‘lovchi va asfaltbeton darajasidagi natijalar bog‘lanishi lozim. Mineral partiyalarining o‘zgarishi, saqlash muddati va real aralashtirish uskunasidagi disperslanish ham tekshiriladi. Shu ma’lumotlar mavjud bo‘lgach, mahsulotning qo‘llanish sohasi va ishlab chiqarish reglamenti asoslanishi mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lu Y., Li S., Jiang Y., Yang X., Li L. Rheological and Aging Properties of Nano-Clay/SBS Composite-Modified Asphalt. Materials. 2024. 17(17). 4376. https://doi.org/10.3390/ma17174376
2. Ren S., Liu X., Fan W., Wang H., Erkens S. Rheological Properties, Compatibility, and Storage Stability of SBS Latex-Modified Asphalt. Materials. 2019. 12(22). 3683. https://doi.org/10.3390/ma12223683
3. Rheological Characteristics Evaluation of Bitumen Composites Containing Rock Asphalt and Diatomite. Applied Sciences. 2019. 9(5). 1023. https://doi.org/10.3390/app9051023
4. Preparation and Road Performance Study of Rubber–Diatomite Composite-Modified Asphalt Mixture. Materials. 2023. 16(23). 7359. https://doi.org/10.3390/ma16237359