MODIFIKATSIYALANGAN POLIMER-BITUMLARNING MATRITSADA DISPERSLANISH DARAJASI VA MORFOLOGIK BARQARORLIGIN TADQIQ QILISH

Babajanov Jasurbek Egamovich,
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti katta o‘qituvchi
E-mail: jasurbekbabajan@gmail.com
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro davlat texnika universiteti texnika fanlari doktori (DSc), katta ilmiy xodim
E-mail: leo-bexa@mail.ru
Mavlonov Shohrux Boboxon o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti t.f.f.d PhD, dotsent
E-mail: shoxrux-mavlonov@mail,ru
Naubeyev Temirbek Xasetullayevich
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti kimyo fanlari doktori (DSc), docent

Annatatsiya: Ushbu maqolada modifikatsiyalangan polimer-bitum bog‘lovchilarning morfologik barqarorligi va polimer komponentlarining bitum matritsasida disperslanish darajasi SEM (skanerlovchi elektron mikroskopiya) usuli orqali o‘rganildi. BND 50/70 bitumi bilan solishtirganda, PB-DP-1 va PB-DP-2 namunalarida polimer zarralari bir maromda taqsimlangan bo‘lsa, PB-DP-3 namunasi tolamsimon, tartibli struktura hosil qilganligi bilan ajralib turdi. Bu modifikatsiyalangan struktura mexanik va elastik xossalarning yaxshilanishiga olib kelgan. Termik tahlil (DSC/TGA) natijalari 600 °C dan yuqori haroratlargacha barqarorlikni ko‘rsatdi va modifikatsiyalangan polimer-bitum kompozitsiyalarining yuqori issiqlikka chidamliligini tasdiqladi. Olingan natijalar polimer-bitum bog‘lovchilarining issiqlikka chidamli, elastik va morfologik jihatdan barqaror material sifatida asfaltbeton qoplamalarida samarali qo‘llanilishi mumkinligini isbotlaydi.

Kalit so‘zlar: Bitum, polipropilen, diatomit, montmorillonit, destruksiya, modifikatsiya, termogravimetriya

Аннатация: в этой статье была изучена морфологическая стабильность модифицированных полимерно-битумных связующих и степень дисперсии полимерных компонентов в битумной матрице с помощью метода SEM (сканирующая электронная микроскопия).тация: в этой статье была изучена морфологическая стабильность модифицированных полимерно-битумных связующих и степень дисперсии полимерных компонентов в битумной матрице с помощью метода SEM (сканирующая электронная микроскопия).

ISSN 3030-3907

По сравнению с битумом БНД 50/70, в образцах ПБ-ДП-1 и ПБ-ДП-2 частицы полимера распределялись равномерно, в то время как образец ПБ-ДП-3 отличался образованием волокнистой упорядоченной структуры. Эта модифицированная структура привела к улучшению механических и упругих свойств. Результаты термического анализа (DSC/TGA) показали стабильность при температурах выше 600 °C и подтвердили высокую термостойкость модифицированных полимерно-битумных композиций. Полученные результаты доказывают, что полимерно-битумные вяжущие могут эффективно применяться в асфальтобетонных покрытиях как термостойкий, эластичный и морфологически стабильный материал.

Ключевые слова: битум, полипропилен, диатомит, монтмориллонит, деструкция, модификация, термогравиметрия

Annatation: in this paper, the morphological stability of modified polymer-bitumen binders and the degree of dispersion of polymer components in the bitumen Matrix were studied by the SEM (scanning electron microscopy) method.nnatation: in this paper, the morphological stability of modified polymer-bitumen binders and the degree of dispersion of polymer components in the bitumen Matrix were studied by the SEM (scanning electron microscopy) method. Compared to the BND 50/70 bitumen, where polymer particles were distributed in a single sequence in samples PB-DP-1 and PB-DP-2, the PB-DP-3 sample was characterized by forming a fibrous, orderly structure. This modified structure has led to improvements in mechanical and elastic properties. The results of thermal analysis (DSC/TGA) showed stability to temperatures above 600 °C and confirmed the high heat resistance of modified polymer-bitumen compositions. The results obtained prove that polymer-bitumen binders can be effectively applied in asphalt concrete coatings as a heat-resistant, elastic and morphologically stable material.

Keywords: Bitumen, polypropylene, diatomite, montmorillonite, destruction, modification, thermogravimetry

Kirish

Polimer-bitum kompozitsiyalarining strukturaviy va funksional xossalarini chuqur o‘rganish maqsadida SEM (skanerlovchi elektron mikroskopiya) va EDS (energiya dispersli rentgen spektroskopiyasi) tahlillariga bog‘liq. Ushbu tadqiqotlarning asosiy maqsadi – destruksiyalangan SJ-380 polipropilen, diatomit va montmorillonit modifikatorlarining bitum matritsasida qanday shakllanganligini, ularning taqsimoti, o‘zaro integratsiyasi va struktura hosil qiluvchi xatti-harakatini mikroskopik va elementar darajada baholashdan iborat. SEM mikroskopiyasi yordamida kompozitsiya yuzasining morfologik holati, modifikator zarrachalarining disperslik darajasi, sirt zichligi va interfeyslar

ISSN 3030-3907

oralig‘idagi birikishlar tahlil qilindi hamda modifikatsiyalash natijasida hosil bo‘lgan tuzilmaning yaxlitligi, pufakcha va yoriqlarning mavjudligi yoki yo‘qligi aniqlandi. EDS usuli esa kompozitsiyaning elementar tarkibini aniqlash imkonini beradi, xususan diatomit va montmorillonit modifikatorlarining mavjudligi Si, Al, Mg, Fe elementlari orqali isbotlandi, shuningdek uglerod va kislorod atomlari nisbati orqali polipropilenning oksidlanish darajasi baholandi. EDS mapping rejimi orqali modifikatsiyalovchi komponentlarning fazaviy taqsimoti aniqlandi va ularning matritsa bilan fizik-kimyoviy bog‘lanish darajasi haqida aniq tasavvur shakllanishiga imkoniyat berdi.

Materiallar va usullar: Modifikatsiyalangan bitum quyidagi tarkibda tayyorlandi: destruksiyalangan polipropilen 3-5 massaviy %, diatomit va montmorillonit bir xil 2 massaviy %, qolgan qismi esa BND 50/70 markali (issiq iqlim yoki yuqori transport yuklamali magistrallar (og‘ir yuk mashinalari)) bitumdan iborat. Aralashtirish jarayoni ikki bosqichda amalga oshirildi: birinchi bosqichda 180 °C haroratda 3000 ayl/min tezlikda 90 daqiqa davomida yuqori tezlikli dispersiyalash, ikkinchi bosqichda esa 600–700 ayl/min tezlikda yana 90 daqiqa davomida past tezlikli gomogenizatsiya olib borildi.

1-jadval

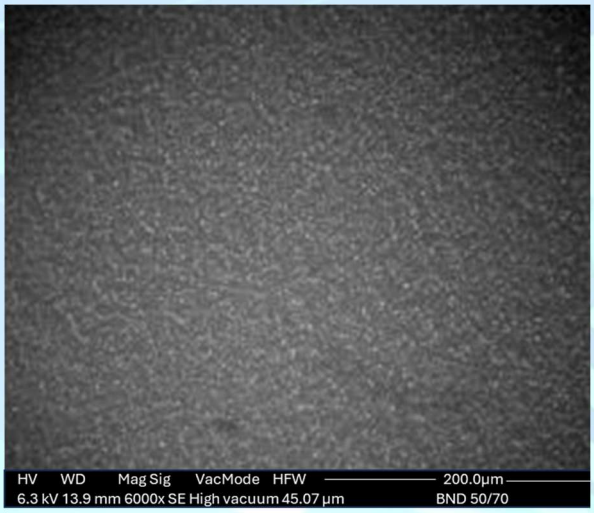
Termooksodestruksiyalangan (JM-380) polipropilen asosida tayyorlangan polimer-bitum namunalari

Namuna	Bitum BND 50/70	Destruksiyalangan PP%	Diatomit (%)	Montmorillonit (%)
PB-DP-1	93	3	2	2
PB-DP-2	92	4	2	2
PB-DP-3	91	5	2	2

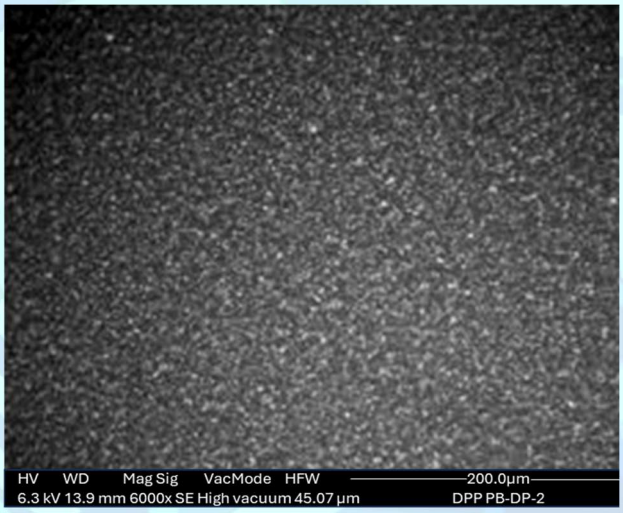
Ushbu tadqiqot doirasida destruksiyalangan polipropilen (PP), diatomit va montmorillonit qo‘shilgan holda uch xil polimer-bitum kompozitsiyasi namunasi tayyorlandi. Destruksiyalangan polipropilenning miqdori 3% dan 5% gacha o‘zgarib, diatomit va montmorillonit har bir namunada doimiy ravishda 2% dan kiritildi. Bitumning asosiy massaviy ulushi esa mos ravishda 93%, 92% va 91% ni tashkil etdi va ularning dispers sistemada dispersiyalnishi va morfologik o‘zgarishlari tadqiq qilindi.

Natijalar va ularning muhokamasi: Ushbu tadqiqotlar natijasida modifikatsiyalangan kompozitsiyalarda yuzaga kelgan strukturaviy barqarorligi va fizik-mexanik xossalarning yaxshilanishi o‘rtasidagi bog‘liqlik ilmiy jihatdan asoslab berildi.

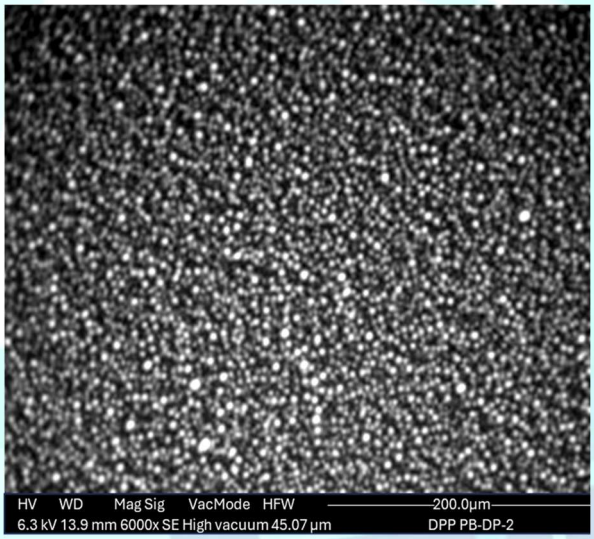
ISSN 3030-3907



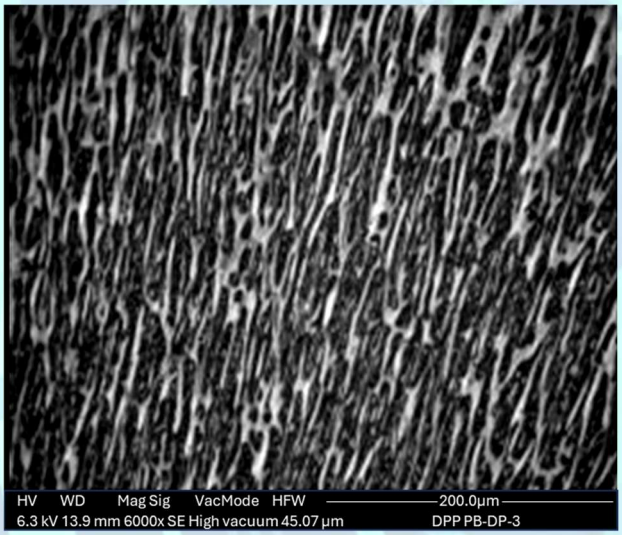
***.1-rasm*: (a) BND 50/70 bitumning SEM tasviri**



***.1-rasm*: (b) PB-DP-1 SEM tasviri**



***1-rasm*: (c) PB-DP-2 SEM tasviri**

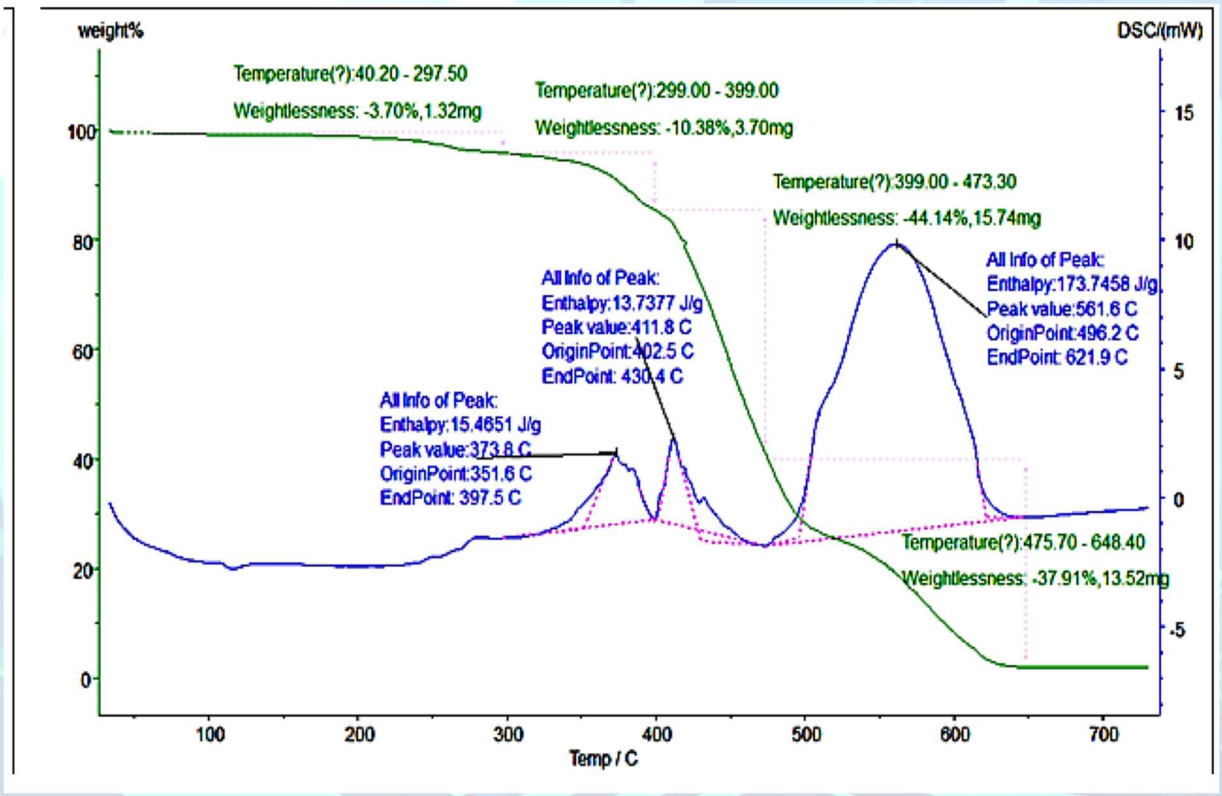


***1-rasm*: (d) PB-DP-3 SEM tasviri**

Taqdim etilgan SEM tasvirlaridan ko‘rinib turibdiki, BND 50/70 bitumi (a-rasm) bir jinsli, strukturasida aniq ifodalangan fazalararo chegaralar mavjud bo‘lmagan amorf ko‘rinishdagi yuzaga ega. Bu esa uning disperslik darajasi past, strukturaviy barqarorligi cheklanganligini ko‘rsatadi. PB-DP-1 namunasi (b-rasm) bilan solishtirganda, polimer qo‘shimchalar ta’sirida yuzada mayda zarrachalarning shakllanishi kuzatilgan bo‘lib, bu disperslik va mikrobarqarorlikning ortganligini bildiradi. PB-DP-2 namunasi (c-rasm) yanada ko‘proq tarqoq, noorganik fazalarning izchil taqsimlangan holatini ko‘rsatadi, bu esa fazalararo interfeyslarning shakllanganini va dispers sistemaning yaxshilanganini bildiradi. PB-DP-3 namunasi (d-rasm) esa yuqori darajada tartiblangan, aniq fazalararo chegaralarga ega bo‘lgan tolamsimon struktura hosil qilgan bo‘lib, bu polimer va bitum o‘rtasida mustahkam o‘zaro ta’sir mavjudligini hamda kuchli elastik deformatsion potentsialni ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

Tarkibda mavjud bo‘lgan funksional guruhlar, xususan destruksiyalangan PP natijasida yuzaga kelgan –C=O (karbonil) va –OH (gidroksil) guruhlari, polimer-bitum interfeysida vodorod bog‘lari va dipol-dipol o‘zaro ta’sirlar hosil qilishi orqali mikroyopishqoqlikni oshiradi [1,2]. Bu holat SEM tasvirida sirt silliqligining kamaygani va taneli struktura shakllanganidan bilinadi. Ayniqsa, diatomit va montmorillonit zarrachalari tarkibidagi Si–O–Si bog‘lari va alumosilikat skeletlari polimer faza bilan kimyoviy va fizik o‘zaro bog‘lanish hosil qilib, material ichida aralash (organik-noorganik) matritsa shakllanishiga olib keladi [3,4]. SEM tasvirda noorganik fazaning mavjudligi kichik yorqin nuqtalar sifatida namoyon bo‘ladi. Bu zarrachalar strukturaviy tayanch vazifasini bajarib, mexanik barqarorlik va termik deformatsiyalarga chidamlilikni oshiradi. Shu bilan birga, diatomit va montmorillonitning gidrofil tabiati (–OH guruhlar orqali) polimer bilan bog‘lanishni faollashtiradi [5,6], bu esa disperslik darajasining yaxshilanishiga xizmat qiladi. Shu bilan birga PB-DP-3 namunasi eng barqaror va yaxlit struktura hosil qilganligini, uning fizik-mexanik va reologik xossalarining yaxshilanishiga asos bo‘lishini isbotlaydi.



2-rasm: **TG/DSC analiz grafigi (haroratga bog‘liq og‘irlik yo‘qotilishi va issiqlik o‘zgarishining termik tahlili**

Yuqoridagi TG/DSC grafikasi polimer-bitum kompozitsiyasining harorat ta’sirida termik xatti-harakatini baholash imkonini beradi. Termogravimetrik (TG) chiziqqa (yashil rang) ko‘ra, namunada jami to‘rt asosiy bosqichli og‘irlik

ISSN 3030-3907

yo‘qotilishi kuzatilgan. Birinchi bosqich 40,2 °C dan 297,5 °C gacha bo‘lib, bu davrda ~3,7% og‘irlik yo‘qotilishi sodir bo‘lgan (1,32 mg), bu tarkibdagi namlik yoki uchuvchi past molekulyar fraksiyalarning chiqib ketishi bilan izohlanadi. Ikkinchi bosqichda 299–399 °C oralig‘ida ~10,38% (3,70 mg) massaning kamayishi kuzatiladi; bu destruksiyalangan polipropilenning termik parchalanishi jarayonidir. Eng asosiy termik parchalanish esa 399 °C dan 473 °C oralig‘ida sodir bo‘lgan bo‘lib, bu bosqichda 44,14% (15,17 mg) og‘irlik yo‘qotilishi qayd etilgan – bu bitum asosining chuqur oksidlanish va parchalanish jarayonlarini ifodalaydi. To‘rtinchi bosqichda 475,7 °C dan 648,4 °C gacha 37,91% (13,52 mg) og‘irlik yo‘qotilishi ro‘y bergan bo‘lib, bu asosan mineral komponentlar (diatomit, montmorillonit) va oksidlangan qoldiqlarning termik parchalanish va dekarbonizatsiya bosqichiga to‘g‘ri keladi. DSC chizig‘i (moviy) tahliliga ko‘ra, kompozitsiyada uchta asosiy ekzotermik cho‘qqi mavjud: birinchi cho‘qqi 373,2 °C da (entalpiya: 15,46 J/g), ikkinchisi 411,8 °C da (13,73 J/g) va eng kuchli uchinchi cho‘qqi 561,6 °C da (entalpiya: 173,75 J/g). Ushbu cho‘qqilar bitum-polimer komponentlarining energetik parchalanish bosqichlari bo‘lib, ayniqsa 561 °C atrofidagi cho‘qqi strukturaning yakuniy parchalanishini bildiradi. Ushbu natijalar shuni ko‘rsatadiki, modifikatsiyalangan polimer-bitum kompozitsiyasi uch bosqichli termik barqarorlikka ega bo‘lib, tarkibida mavjud bo‘lgan diatomit va montmorillonit komponentlari oksidlanishga nisbatan qarshilikni oshirgan, polimer faza esa strukturaning issiqqa chidamligini kuchaytirgan. Bu tizimning yuqori haroratga bardoshli, energiyani yutuvchi va asta-sekin parchalanishga uchraydigan murakkab kompozitsion strukturaga ega ekanligi ma`lum bo‘ldi.

Xulosa: Tadqiqot davomida BND 50/70 va PB-DP seriyali polimer-bitum namunalarining struktura-morfologik va termik xossalari SEM hamda DSC/TGA usullari orqali tahlil qilindi. SEM tasvirlari BND 50/70 bitumining amorf va bir xil strukturaga ega ekanligini, PB-DP-1 va PB-DP-2 namunalarida esa dispers fazali zarralarning yuzaga chiqishini ko‘rsatdi. PB-DP-3 namunasi esa tolamsimon, bir-biriga ulangan strukturasi bilan ajralib turib, yuqori morfologik barqarorlik va fazalararo interfeyslar hosil bo‘lganligini namoyin bo‘ldi. Termogravimetrik tahlil natijalariga ko‘ra, namunalarda bir nechta og‘irlik yo‘qotish bosqichlari aniqlanib, 648 °C gacha termik barqarorlik saqlangan. DSC egri chiziqlarida 373–561 °C oralig‘ida kuzatilgan endotermik cho‘qqilar bitum-polimerning parchalanish bosqichlarini ifodalagan. Umuman olganda, modifikatsiyalangan kompozitsiyalar yuqori termik barqarorlik, strukturaviy yaxlitlik va disperslik darajasi bilan ajralib turadi va bu ularni elastik, issiqlikka chidamli bog‘lovchi sifatida yo‘l qurilish materiallarida qo‘llash imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Битумно-полимерные вяжущие для дорожного строительства / А.Ф. Кемалов, Т.Ф. Ганиева, Р.З. Фахрутдинов, Р.А. Лутфуллин. // Наука и техника в дор. отрасли, 2001. Т.4. С.27-28.
2. Золотарев В. А. Битумы, модифицированные полимерами, и асфальтополимербетоны // Дорожная техника. 2009. С. 16–23.
3. Дорожные битумы с модифицирующими добавками / С. В. Котов, Г. В. Тимофеева, С. В. Ливанова и др. // Химия и технология топлив и масел. 2003. № 3. С. 52-53.
4. Davide L.P. Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures: A literature review // Construction and Building Materials. – 2013. – Vol. 49. – P. 863-881.
5. Zhu J., Birgisson B., Kringos N. Polymer modification of bitumen: Advances and challenges // European Polymer Journal. 2014. – Vol. 54. – P. 18-38.
6. Behnood A., Gharehveran M.M.. Morphology, rheology, and physical properties of polymer-modified asphalt binders // European Polymer Journal. 2019. – Vol. 112. – P. 766-791.

ISSN 3030-3907