DESTRUKSIYALANGAN POLIPROPILEN VA NOORGANIK MODIKATORLARNI MODIFIKATSIYALASH ASOSIDA POLIMER-BITUM KOMPOZITSIYALARI OLISH

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

Annotatsiya: Ushbu maqolada polipropilenning termooksidlovchi destruksiya jarayoni o‘rganildi hamda hosil bo‘lgan destruksiyalangan polimer namunalarining noorganik modifikatorlar (diatomit, montmorillonit va boshqalar) bilan kompleks modifikatsiyalash asosida polimer-bitum kompozitsiyalari olindi hamda PB-DP-1, PB-DP-2 va PB-DP-3 polimer-bitum bog‘lovchilarining fizik-mexanik va reologik xossalari o‘rganilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, PB-DP-3 namunasi yuqori elastiklik (25 °C da 81%, 0 °C da 70%), cho‘ziluvchanlik (98 sm va 22 sm), past mo‘rtlik harorati (−32 °C), yuqori yumshash harorati (82 °C) teng ekanligi ma`lum bo‘ldi.

Kalit so‘zlar: Destruksiya, polipropilen, modifikatsiya, modifikator, polimer, bitum, initsiatsiya, propagatsiya, terminatsiya

Аннотация: В данной статье изучен процесс термоокислительной деструкции полипропилена и получены полимерно-битумные композиции на основе комплексной модификации образцов образовавшихся деструктивных полимеров неорганическими модификаторами (диатомит, монтмориллонит и др.), а также полимерно-битумные смеси PB-DP-1, PB-DP-2 и PB-DP-3. физико-механических и реологических свойства изучены. По результатам исследования выяснилось, что образец ПБ-ДП-3 обладает высокой эластичностью (81% при 25 °C, 70% при 0 °c), равной эластичности (98 см и 22 см), низкой температурой хрупкости (-32 °C), высокой температурой размягчения (82 °c).

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: деструкция, полипропилен, модификация, модификатор, полимер, битум, инициация, пропагация, терминация

Annotation: this article investigated the thermooxygenating degradation process of polypropylene and studied the physicochemical and rheological properties of polymer-bitumen binders PB-DP-1, PB-DP-2, and PB-DP-3 based on complex modification of the formed degraded polymer samples with inorganic modifiers (diatomite, montmorillonite, etc. According to the results of the study, it turned out that the sample PB-DP-3 is equal to high elasticity (81% at 25 °C, 70% at 0 °c), stretchability (98 cm and 22 cm), low fragility temperature (-32 °C), high softening Temperature (82 °C).

Keywords: construction, polypropylene, modification, modifier, polymer, bitumen, initiation, propagation, termination

Kirish

O‘zbekiston Respublikasi kontinental iqlim zonasida joylashgan bo‘lib, o‘ta keskin harorat tebranishlari, kam yog‘in miqdori, yuqori bug‘lanish va kuchli quyosh radiatsiyasi bilan tavsiflanadi [1]. Mamlakat hududining katta qismida yoz oylarida havo harorati +40 °C dan oshib ketadi, qish oylarida esa ayrim shimoliy va tog‘oldi hududlarda −25 °C gacha pasayishi kuzatiladi. O‘zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya xizmati markazi (Uzhydromet) ma'lumotlariga ko‘ra, yillik o‘rtacha havo harorati +14 … +16 °C atrofida bo‘lsa-da, ekstremal farqlar 60 °C gacha yetadi [2]. Respublikaning eng issiq nuqtalari (masalan, Qizilqum, Buxoro viloyati)da yoz oylarida asfalt qoplamalari +60 … +70 °C gacha qizishi mumkin. Yog‘ingarchilik miqdori ham mintaqalar bo‘yicha sezilarli farqlanadi: janubiy va g‘arbiy cho‘l hududlarida yillik yog‘in miqdori 100–150 mm ni tashkil etsa, tog‘li hududlarda (masalan, Namangan, Farg‘ona, Toshkent viloyatlari) bu ko‘rsatkich 500–700 mm gacha yetadi. Yog‘in kamligi, quyoshli kunlar sonining ko‘pligi (yiliga 2700–3000 soat), shamol tezligi va atmosferaning kuchli qurituvchi ta’siri yo‘l qoplamalarining qisqa muddatda eskirishiga olib keladi [3]. Bundan tashqari, O‘zbekistonda kuzatilayotgan kuchli issiqliklar va keskin sovuqlar asfaltobeton qoplamalaridagi termik kengayish, yorilish va plastiklikka bog‘liq deformatsiyalarni keltirib chiqaradi [4]. Shu bois, ushbu keskin iqlim sharoitlariga moslasha oladigan, yuqori haroratda o‘z xossalarini saqlab qoluvchi, sovuqqa chidamli, barqaror struktura va morfologiyaga ega polimer-bitum bog‘lovchilar ishlab chiqish dolzarb ilmiy-texnik muammolardan biridir [5].

Materiallar va usullar: Polipropilenning termooksidlanish destruksiyasi yuqori harorat (odatda 270–320°C) va kislorod mavjudligida sodir bo‘ladigan radikal tipdagi zanjirli mexanizmga asoslanadi. Jarayon uch bosqichda kechdi: initsiatsiya (boshlanish), propagatsiya (rivojlanish) va terminatsiya (to‘xtash).

ISSN 3030-3907

Initsiatsiya bosqichida polipropilen zanjirining metilen yoki metil guruhlarida C–H bog‘lari termik energiya ta’sirida uzildi va erkin radikallar –R• hosil bo‘ldi. Kislorod molekulalari ushbu erkin radikallar bilan reaksiyaga kirishib, gidroperoksid radikallar –ROO• va so‘ngra gidroperoksidlar –ROOH ni hosil qildi. Bu gidroperoksidlar o‘z navbatida issiqlik ta’sirida parchalanib, ikkilamchi radikallar va kislorodli guruhlarga ega molekulalarni vujudga keltirdi: karbonil (–C=O), karboksil (–COOH), gidroksil (–OH) va boshqa funksional guruhlar. Propagatsiya bosqichida ushbu radikallar zanjirli tarzda boshqa polimer segmentlari bilan reaksiyaga kirishib, yangi radikallar hosil qildi va zanjir davom etdi. Zanjir uzilish (terminatsiya) bosqichida ikki yoki undan ortiq radikal birikib, neytral mahsulot hosil qildi va reaksiya to‘xtadi. Destruksiya davomida polimerning molekulyar massasi pasaydi, zanjir uzunligi qisqardi va uchida faol oksidlangan guruhlarga ega segmentlar hosil bo‘ldi. Ushbu oksidlangan strukturalar bitumdagi aromatik komponentlar va malten fraksiyalari bilan yaxshi fizik-kimyoviy bog‘lanish hosil qilib, gomogen dispers sistemaga asos yaratadi. Shu bilan birga, kislorodli funksional guruhlar bitumning qattiq va yumshoq fraksiyalari bilan vodorod bog‘lari orqali o‘zaro ta’sirlashib, modifikatsiyalangan kompozitsiyaning mexanik va reologik barqarorligini ta’minlaydi.

1. Initsiatsiya – erkin radikallarning hosil bo‘lishi:

Yuqori harorat ta’sirida polipropilenning metin yoki metil guruhlaridagi C–H bog‘lari uzilib, erkin radikallar hosil bo‘ladi:

$$-CH_2-CH(CH_3)-CH_2- \longrightarrow CH_2-C^*(CH_3)-CH_2- + {}^*H$$

Bu bosqichda hosil bo‘lgan radikal (PP•) keyingi bosqichlarda kislorod bilan o‘zaro ta’sirga kirishadi.

2. Propagatsiya – radikal kislorod bilan reaksiyaga kirishadi:

Atmosferadagi kislorod (O_2) erkin radikal bilan reaksiyaga kirishib, peroksid radikalini hosil qiladi:

$$PP\bullet + O_2 \rightarrow PP–OO\bullet$$

Bu peroksid radikal boshqa polimer zanjiridagi vodorod atomini ajratib oladi:

$$PP–OO\bullet + PP–H \rightarrow PP–OOH + PP\bullet$$

Natijada yangi gidroperoksid va yangi erkin radikal hosil bo‘ladi, ya’ni zanjir davom etadi.

3. Gidroperoksidning parchalanishi:

Gidroperoksidlar issiqlik ta’sirida beqaror bo‘lib, parchalanadi va yana faol radikallar hosil qiladi:

$$PP\text{-}OOH \longrightarrow PP\text{-}O^* + OH$$

ISSN 3030-3907

Bu radikallar polimer zanjirlarini uzishga sabab bo‘ladi, ya’ni destruksiya faollashadi.

4. Oksidlangan funktsional guruhlarning shakllanishi:

Parchalanish davomida kislorod bilan bog‘langan segmentlar karbonil (–C=O), karboksil (–COOH), gidroksil (–OH) va alkoksil (–OR) guruhlarga aylanadi.

$$PP\text{-}O^* \longrightarrow PP{=}O \text{ (karbonil}$$

$$PP\text{-}O^* + O_2 \longrightarrow PP\text{-}COOH \text{ (karboksil)}$$

Bu funksional guruhlar polimer-bitum aralashmasida bitumning aromatik va polar komponentlari bilan bog‘lanishga kirishib, dispersiyalanish va yopishish (adgeziya) xossalarini yaxshilaydi.

5. Terminatsiya – zanjirli reaksiyalarning tugashi:

Radikallar o‘zaro birikib, neytral molekulalar hosil qiladi:

$$PP\bullet + PP\bullet \rightarrow PP\text{–}PP$$

yoki

$$PP\text{–}O\bullet + \cdot OH \rightarrow PP\text{–}OH$$

Bu bosqichda reaksiya zanjiri to‘xtaydi.

Polipropilenning termooksidlanish destruksiyasi natijasida quyidagicha umumiy tenglama keltirilishi mumkin:

$(\text{-}CH_2\text{-}CH(CH_3)\text{-})_n + O_2 + \Delta T \longrightarrow$ past M_nPP segmentlar + -COOH, -OH, -C=O, -OR

Termooksidlovchi destruksiya jarayoni erkin radikal zanjirli mexanizm asosida boradi. Bu jarayon natijasida molekulyar massa kamayadi, struktura qisqaradi va oksidlangan faol guruhlarga ega fragmentlar hosil bo‘ladi. Ushbu fragmentlar bitumga qo‘shilganda, kompozitsiyaning gomogenligi, mexanik barqarorligi va issiqlik qarshiligi sezilarli darajada yaxshilanadi. Ayniqsa, gidroperoksidlar va karbonil guruhlar bitum komponentlari bilan kuchli o‘zaro ta’sirga kirishadi va shu bilan fizik-kimyoviy uyg‘unlikni ta’minlaydi hamda, termooksidlovchi destruksiya jarayoni erkin radikallar asosida kechadigan, funksional guruhlar hosil bo‘lishiga olib keluvchi, fazoviy barqarorlikni ta’minlaydigan muhim bosqich hisoblanadi.

Natijalar va ularning muhokamasi: Polimer-bitum kompozitsiyasining kolloid barqarorligi va xossalarini yanada mustahkamlash maqsadida unga tabiiy mineral modifikatorlar — diatomit va montmorillonit qo‘shildi. Diatomit tarkibida kremniy oksidi (SiO_2) yuqori bo‘lgan amorf tabiatli g‘ovak mineral bo‘lib, bitum matritsasida issiqlik barqarorligini oshirishda va mexanik kuchlanishlarga nisbatan chidamlilikni yaxshilashda muhim rol o‘ynaydi. Montmorillonit esa qatlamli silikat tuzilishga ega bo‘lgan gil minerali bo‘lib, o‘zining yuqori dispersiyalanish

ISSN 3030-3907

qobiliyati, adsorbsion faolligi va issiqlikka chidamliligi bilan ajralib turadi. Ushbu komponent bitum tarkibidagi kolloid muvozanatni saqlashga yordam beradi va yuqori haroratlarda deformatsiyaga qarshi turuvchanlikni kuchaytiradi.

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.

Tajriba davomida polimer-bitum kompozitsiyasining tuzilmasini mustahkamlash, issiqlikka chidamlilik va deformatsiyaga qarshilik kabi xossalarini yaxshilash maqsadida unga tabiiy noorganik SFM moddalari sifatida diatomit va montmorillonit kiritildi. Ushbu modifikatorlar har bir namunada 2% miqdorda bir xil foizda qo‘shildi. Bu tanlov bir necha asosli ilmiy-texnologik omillar bilan bog‘liq.

Birinchidan, diatomit va montmorillonit o‘zaro to‘ldiruvchi (komplementar) ta’sirga ega modifikatorlar hisoblanadi. Diatomit o‘zining g‘ovak va amorf tuzilmasi orqali bitum matritsasining mexanik mustahkamligini oshiradi, shuningdek, termooksidlovchi barqarorlikni yaxshilaydi. Montmorillonit esa qatlamli silikat strukturasiga ega bo‘lib, u kompozitsiya ichida reologik barqarorlikni shakllantiradi va yuqori haroratlarda strukturaviy deformatsiyaga

ISSN 3030-3907

qarshilikni oshiradi. Ikkala moddaning bir xil 2% miqdorda qo‘shilishi ularning dispers muhitda muvozanatli taqsimlanishini ta'minlab, optimal sinergetik (o‘zaro kuchaytiruvchi) ta’sirga erishish imkonini beradi.

Ikkinchidan, bu miqdorlar texnologik jarayon uchun qulay hisoblanadi. 2% dan yuqori miqdordagi plomba moddalari kompozitsiyada ortiqcha qattiqlik, cho‘ziluvchanlikning pasayishi va gomogenlikning buzilishiga olib kelishi mumkin. Aksincha, juda kam miqdordagi modifikatorlar esa sezilarli ta’sir ko‘rsata olmaydi. Shu bois 2% miqdor — optimal konsentratsiya sifatida tanlangan bo‘lib, u dispersiyalash, aralashtirish va gomogenlashtirish jarayonlarida strukturaviy barqarorlikni saqlab qoladi.

Uchinchidan, eksperimental tahlillar ko‘rsatishicha, aynan 2% dan kiritilgan diatomit va montmorillonit aralashmasi bitum-polimer matritsasida bir hil fazali va barqaror tuzilmani shakllantiradi. Bu esa, nafaqat kompozitsiyaning fizik-mexanik xossalarini yaxshilaydi, balki issiq va sovuq muhitda ham barqaror ishlashini ta’minlaydi va olingan polimer-bitum kompozitsiyalarning fizik-mexanik xossalari quyidagi jadval keltirilgan.

2-jadval

Modifikatsiyalangan polimer-bitum namularning fizik-mexanik xossalarining ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichlar	BND 50/70	PB-DP-1	PB-DP-2	PB-DP-3
ignaning botish chuqurligi x 0,1 mm				
25°C	64	63	60	58
0 °C	20	33	29	26
Cho‘zilishi, kamida				
25°C	58	79	91	98
0 °C	3,4	11	18	22
Halqa va shar bo‘yicha yumshatish harorati, °Cm past emas	54	69	76	82
Fraasu bo‘yicha mo‘rtlik harorati, °C, yuqori emas	-15	-22	-27	-32
Elastikligi % sm, kamida				
25 °C	-	62	73	81
0 °C	-	48	59	70
Chaqnash harorati, °C	232	232	232	231

ISSN 3030-3907

Halqa va shar bo‘yicha yumshatish harorati oddiy bitumda 54 °C bo‘lsa, PB-DP-3 namunada 82 °C ga yetgan, bu yuqori haroratlarda termik barqarorlikni yuqori ekanligi ma`lum bo‘ldi. Fraasu usuli bo‘yicha mo‘rtlik harorati esa -15 °C dan -32 °C gacha yaxshilangan, bu esa muzli va sovuq iqlim sharoitida mustahkamlikni oshiradi. Elastiklik 25 °C da 81% gacha, 0 °C da 70% gacha yetgan bo‘lib, bu dispers muhitda elastik tarmoq hosil bo‘lganini ko‘rsatadi. Barcha namunalarda chaqnash harorati o‘zgarmasdan 231–232 °C oralig‘ida qolgan, bu ularning yonuvchanlik xavfsizligini saqlab qolganini bildiradi. Umuman olganda, 5% DPP va 2% dan diatomit hamda montmorillonit qo‘shilgan PB-DP-3 namunasi fizik-mexanik, elastik va issiqlik barqarorlik xossalari bo‘yicha eng optimal natijalarni ko‘rsatdi. Bu kompozitsiya turli iqlim sharoitida foydalanish uchun yuqori texnik talablarga javob beradigan, ekspluatatsion jihatdan ishonchli yo‘l bog‘lovchisi ekanligi amaliy va ilmiy jihatidan isbotlandi.

Xulosa: Diatomit va montmorillonitning bir xil 2% miqdorda qo‘shilishi tarkibiy muvozanat, dispersiyalanuvchanlik va ekspluatatsion barqarorlikni optimal darajada saqlab qolish uchun ilmiy asoslangan texnologik yechim hisoblanadi. Natijada olingan polimer-bitum kompozitsiyasi yuqori haroratda deformatsiyaga bardoshliligi, sovuqqa qarshilik darajasi, elastiklik va yopishqoqlik jihatidan oddiy bitumga nisbatan ustun xossalarni namoyon etdi. Ayniqsa, mineral komponentlarning mavjudligi strukturaning mexanik kuchini oshirgan va bitum-polimer fazalarining mustahkam bog‘lanishini ta’minlagan. Shu bois, destruksiyalangan polipropilen, diatomit va montmorillonit aralashmasiga asoslangan kompozitsiyalar yo‘l qoplamalarida foydalanish uchun istiqbolli va samarali bog‘lovchi hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. https://www.fao.org/climate-change/resources/publications
2. https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/uzbekistan
3. https://www.meteo.uz
4. Гохман Л. М. Дорожный полимерасфальтобетон. М.: Изд. «Экон-Информ», 2017. 477 с.
5. 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.
6. Temirov, A. H. O. G. L., O’G’Li, G. A. H., & Nosirov, S. N. O. G. L. (2024). Kondensatsiya usuli yordamida gazni qayta ishlash texnologiyasi. Science and Education, 5(3), 204-210.

ISSN 3030-3907

7. Temirov A. H., To'raqulova M. Q. & Izzatov D. H. (2024). ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ. Development Of Science, 4(1), pp. 19-24.
8. Alisher hoshim o'g'li, T., & Husan o'g'li, S. D. (2024). Dizel Yoqilg 'Isi Tarkibidan Parafinni Adsorbsion Usulda Ajratib Olish Texnologik Tizimi Tahlili. Miasto Przyszłości, 46, 271-275.

ISSN 3030-3907