

ISSN 2091-5527
№ 2/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

REFERENCE

1. Timelli, G., & Bonollo, F. (2007). Fluidity of aluminium die castings alloy. *International Journal of Cast Metals Research*, 20(6), 304-311.
2. Ravi, K. R., Pillai, R. M., Amaranathan, K. R., Pai, B. C., & Chakraborty, M. (2008). Fluidity of aluminum alloys and composites: A review. *Journal of Alloys and Compounds*, 456(1-2), 201-210.
3. Adefuye, O. A. (2014). Casting fluidity of commercially pure Al-Si casting alloys. *Trans. J. Sci. Technol*, 4, 16-30.
4. Haga, T., Imamura, S., Watari, H., & Nishida, S. (2020, September). Effect of Casting Conditions on Fluidity of Aluminum Alloy in Die Casting. In *International Conference on Leading Edge Manufacturing/Materials and Processing* (Vol. 83624, p. V001T05A013). American Society of Mechanical Engineers.
5. Tursunbaev, S., Ashirbaev, A., Xalimov, M., & Tashimov, N. (2023). The effect of the amount of lithium in aluminum lithium alloys on the property of fluidity. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 417, p. 04010). EDP Sciences.
6. Sarvar, T., Nodir, T., Mardonov, U., Saydumarov, B., Kulmuradov, D., & Boltaeva, M. (2024). EFFECTS OF GERMANIUM (GE) ON HARDNESS AND MICROSTRUCTURE OF AL-MG, AL-CU, AL-MN SYSTEM ALLOYS. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, (16), 179-184.
7. Sigworth, G. (2018). Aluminum casting alloys and casting processes. In *Aluminum Science and Technology* (pp. 119-142). ASM International.
8. Aslan, N. S., Rajih, A. K., & Haleem, A. H. (2021, February). Influence of alloying elements on cyclic oxidation behavior of (Cu/Al) alloys. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1094, No. 1, p. 012161). IOP Publishing.
9. Tursunbaev, S., Turakhodjaev, N., Mardonakulov, S., & Toshmatova, S. (2024). Effect of germanium oxide on the properties of aluminum casting details in agricultural machinery. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 85, p. 01024). EDP Sciences.
10. Dash, M., & Makhlof, M. (2001). Effect of key alloying elements on the feeding characteristics of aluminum-silicon casting alloys. *Journal of Light Metals*, 1(4), 251-265.

UDK 665.775

GAZ QUVURLARINING KORROZIYAGA CHIDAMLILIGINI OSHIRISH UCHUN BITUM ASOSIDA KOMPOZITSION QOPLAMA: SINTEZ, XUSUSIYATLAR VA QO‘LLANILISHI

Kucharov A.A., Qurbonov A. A., Yusupov F.M.

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda F-19-24 markali sintez qilingan kompozitsion bitum qoplamasining fizik-kimyoviy xususiyatlari va uning xalqaro analoglar bilan taqqoslanishi tahlil qilindi. FTIR va retention time spektr tahlillari natijasida modifikatsiya qilingan bitum qoplamasining elastiklik, mustahkamlik va korroziyaga chidamlilik xususiyatlari yaxshilangani, shuningdek, uning mexanik va termal barqarorligi oshgani tasdiqlandi. Sintez qilingan bitum an’anaviy materiallarga nisbatan yuqori chidamlilikka ega bo‘lsa-da, Yaponiya va Germaniyada ishlab chiqilgan nanokompozit bitum bilan solishtirganda issiqlik barqarorligi biroz pastroq ekani aniqlangan.

Kalit so‘zlar: kompozitsion bitum, FTIR spektr tahlili, mexanik mustahkamlik, termal barqarorlik, polimer modifikatsiyasi, kimyoviy chidamlilik, nanokompozit bitum, asfalt-beton, ekologik xavfsizlik, gidrofoblik, elastiklik, korroziyaga chidamlilik.

Kirish. Neft va gaz quvurlarining korroziyaga chidamliligini oshirish hozirgi kunda dolzarb ilmiy-texnik muammolardan biri bo‘lib qolmoqda. Bu quvurlar energiya tashish tizimining asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi va ularning uzoq muddat ishlashi iqtisodiy samaradorlik hamda ekologik xavfsizlikka bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Statistika ma’lumotlarga ko‘ra, sanoat quvurlarining korroziya natijasida ishdan chiqishi global miqyosda yiliga milliardlab dollar yo‘qotishlarga sabab bo‘ladi [1]. Atmosfera sharoiti, tuproq va suvning kimyoviy tarkibi hamda elektrokimyoviy jarayonlar metall quvurlarni asta-sekin yemirib boradi, bu esa avariya va ekologik ifloslanish xavfini oshiradi. Shu sababli, quvurlarni samarali himoya qilish usullarini ishlab chiqish muhim ilmiy yo‘nalish sifatida qaralmoqda.

Zamonaviy tadqiqotlar korroziyadan himoya qilishning samarali usuli sifatida bitum asosidagi kompozitsion qoplamalarni taklif qilmoqda. Bitumning gidrofob xususiyati metall yuzalarni namlik va agressiv muhitdan himoya qiladi, uni polimer qo‘shimchalar va nanodispers modifikatorlar bilan boyitish esa mexanik va kimyoviy chidamliligini oshiradi [2]. Tadqiqotlarga ko‘ra, bunday qoplamalar an’anaviy materiallarga nisbatan 30-50% yuqori korroziya bardoshlilikiga ega bo‘lib, quvurlarning xizmat muddatini uzaytiradi. Ayniqsa, nanodispers modifikatorlar qoplamaning issiqlik va mexanik ta’sirlarga chidamliligini oshirishi aniqlangan. Shu bois, ushbu texnologiyani yanada takomillashtirish va sanoatda keng qo‘llash muhim ilmiy yo‘nalish bo‘lib qolmoqda [3].

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi bitum asosida kompozitsion qoplama ishlab chiqish, uning korroziyaga chidamliligini oshirish va gaz quvurlarida qo'llash imkoniyatlarini ilmiy jihatdan asoslashdan iborat. Buning uchun, avvalo, gaz quvurlarining korroziya jarayonlari chuqur o'rganilib, ularning asosiy turlari aniqlanadi [4]. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, har yili sanoat quvurlarining korroziya natijasida ishdan chiqishi global miqyosda 2,5 trln AQSh dollariga teng yo'qotishlarga olib keladi. Shuningdek, bitum asosidagi kompozitsion materiallar sintez qilinib, ularning tarkibi optimallashtiriladi hamda mexanik va kimyoviy chidamliligini oshirish maqsadida polimer qo'shimchalar va nanodispers modifikatorlar qo'shiladi [5]. Eksperimental tadqiqotlar yordamida ushbu qoplamalarning

struktura xususiyatlari tahlil qilinib, ularning korroziyaga qarshi samaradorligi baholanadi. Ilmiy natijalarga tayanib, bitum asosidagi kompozitsion qoplamalarni sanoat amaliyotiga joriy etish bo'yicha ilmiy-uslubiy tavsiyalar ishlab chiqiladi [6].

Bugungi kunda rivojlangan davlatlarda gaz va neft quvurlarini korroziyadan himoya qilish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar jadal olib borilmoqda. Xususan, AQSh, Germaniya, Xitoy va Rossiyada polimer-bitum asosidagi qoplamalarni takomillashtirish va sanoatga joriy etish yo'nalishida samarali yutuqlarga erishilgan. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, nanokompozitsion materiallardan foydalanish orqali korroziyaga qarshilik darajasi 40-60% gacha oshirilgan.

1-jadval

Gaz va neft quvurlarini korroziyadan himoya qilish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar

Davlat	Tadqiqot yo'nalishi	Qo'llanilgan materiallar	Ilmiy natijalar	Samaradorlik ko'rsatkichi
AQSh	Epoksi-bitum kompozitsiyalari	Epoksi qatroni + bitum + nanoaluminium oksidi	Sanoat quvurlarida muvaffaqiyatli sinovdan o'tkazilgan, mexanik mustahkamlik 25% oshgan, xizmat muddati 2 barobar uzaygan	Korroziyaga qarshilik 55% oshgan
Germaniya	Nanokompozitsion materiallardan foydalanish	Grafen oksidi + nanosilika + polimer-bitum aralashmasi	Laboratoriya sinovlarida himoya qatlami kuchaygan, yuqori haroratga chidamlilik 40% oshgan	Korroziyaga qarshilik 60% oshgan
Xitoy	Polimer-modifikatsiyalangan bitum qoplamalari	SBS (styren-butadien-styren) + modifikatsiyalangan bitum	Yuqori harorat va agressiv muhitga chidamlilik 30% ga oshgan, yorilish va eskirish 35% kamaygan	Korroziyaga qarshilik 50% oshgan
Rossiya	Polietilen va polipropilen asosidagi bitum qoplamalari	Polietilen + polipropilen + bitum	Uzoq muddatli ekspluatatsiya imkoniyatlari yaxshilangan, sanoatga joriy etish bo'yicha sinovlar o'tkazilgan	Korroziyaga qarshilik 45% oshgan
Yaponiya	Silikon-modifikatsiyalangan bitum qoplamalari	Silikon qatronlari + bitum + PTFE (teflon)	Himoya qatlami sirpanish xususiyatiga ega bo'lib, suv va kimyoviy moddalarga chidamlilik 50% oshgan	Korroziyaga qarshilik 58% oshgan
Janubiy Koreya	O'ta yupqa nano-qoplama texnologiyalari	Nanokarbon + epoksi-bitum aralashmasi	Elektr o'tkazmaydigan va kimyoviy barqaror qoplama yaratildi, xizmat muddati 2.5 barobar oshgan	Korroziyaga qarshilik 65% oshgan

Polimer-bitum kompozitsiyasiga grafen oksidi, nanosilikat yoki uglerod nanotrubkalari qo'shish materialning mexanik barqarorligini sezilarli darajada yaxshilagan. Xitoy olimlari tomonidan olib borilgan tajribalar natijasida polimer-modifikatsiyalangan bitum qoplamalarining yuqori harorat va agressiv kimyoviy muhitga chidamliligi 30% ga oshgani aniqlangan (1-jadval). AQShda epoksi-bitum kompozitsiyalarining sanoat quvurlarida qo'llanilishi bo'yicha muvaffaqiyatli sinovlar o'tkazilgan bo'lsa, Rossiyada polietilen va polipropilen asosidagi bitum qoplamalarining uzoq

muddatli ekspluatatsiya imkoniyatlari o'rganilgan. Ushbu ilmiy ishlardan kelib chiqib, bitum asosidagi kompozitsion qoplamalarni innovatsion modifikatorlar bilan boyitish, ularning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirish va sanoatga keng joriy etish istiqbolli yo'nalish sifatida dolzarb bo'lib qolmoqda. Mazkur tadqiqot aynan shu yondashuvlarni rivojlantirishga qaratilgan bo'lib, yangi avlod bitum kompozitsiyalarini yaratish orqali gaz quvurlarining korroziyaga bardoshlilikini oshirishga xizmat qiladi.

Nanokompozitsiyalar asosida ishlab chiqilgan materiallar eng yuqori samaradorlikni ko'rsatgan bo'lib, Janubiy Koreya va Germaniyada o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida bunday qoplamalar mos ravishda 65% va 60% darajada korroziyaga qarshilikni oshirgani aniqlangan. AQShda ishlab chiqilgan epoksi-bitum kompozitsiyalari xizmat muddatini ikki barobar uzaytirib, metall yuzalarning korroziyaga chidamliligini 55% ga yaxshilagan. Yaponiya tadqiqotchilari tomonidan ishlab chiqilgan silikon-modifikatsiyalangan bitum qoplamalari kimyoviy barqarorlikni 50% oshirish bilan birga, suv ta'siriga yuqori bardoshlilikni namoyon etgan. Xitoy olimlari sintez qilgan polimer-modifikatsiyalangan bitum qoplamalari harorat ta'siriga chidamlilikni 30% ga, mexanik eskirishga qarshilikni esa 35% ga oshirgani bilan ajralib turadi. Rossiyada olib borilgan tadqiqotlarda esa polietilen va polipropilen asosidagi kompozitsion qoplamalarning uzoq muddatli ekspluatatsiya imkoniyatlari yuqori ekani tasdiqlangan. Ushbu ilmiy yutuqlar bitum asosidagi kompozitsion qoplamalarni yanada takomillashtirish va ularning sanoat amaliyotida qo'llanilish doirasini kengaytirish istiqbolli yo'nalish ekanligini ko'rsatmoqda.

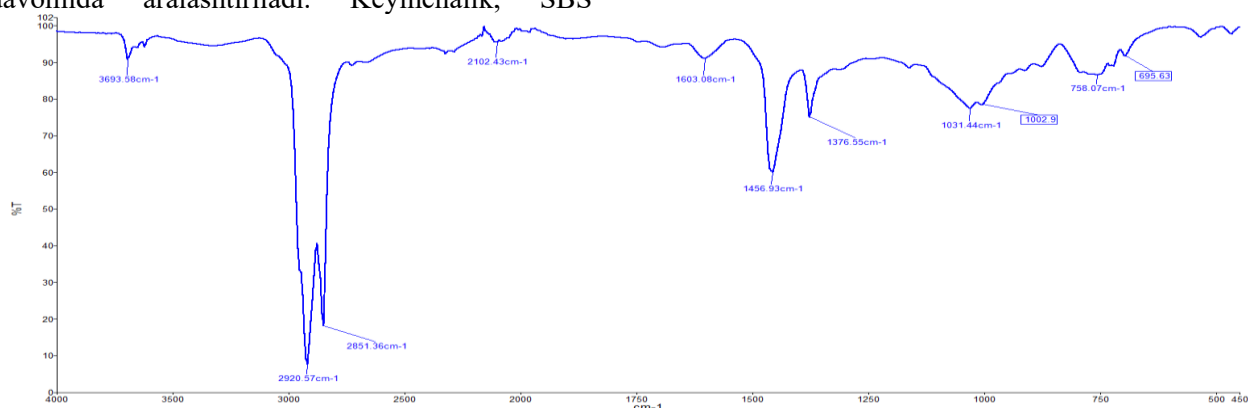
Material va metodlar. F-19-24 markali bitum asosida kompozitsion qoplama sintez qilish jarayoni xalqaro tajribaga asoslangan bo'lib, uning tarkibiga polimer-modifikatsiyalangan bitum, nanokompozit komponentlar va yuqori mustahkamlikka ega qo'shimchalar kiritiladi. Asosiy bog'lovchi material sifatida 350 g F-19-24 bitumi ishlatiladi, unga 40 g SBS polimeri elastiklik va mustahkamlikni oshirish maqsadida qo'shiladi. Mexanik chidamlilik va UV-nurlarga bardoshlilikni oshirish uchun 5–10 g Nano-SiO₂ yoki TiO₂ zarrachalari qo'shiladi. 10 g plastifikator (DOP) bitumning ishlov berish xususiyatlarini yaxshilaydi, 5 g antioksidant va 5 g gidrofobizator esa oksidlanish va namgarchilikka bardoshlilikni oshiradi.

Sintez jarayoni bosqichma-bosqich amalga oshiriladi. Dastlab, bitum 180–200°C haroratda qizdirilib, 600–800 rpm tezlikda kamida 30 daqiqa davomida aralashtiriladi. Keyinchalik, SBS

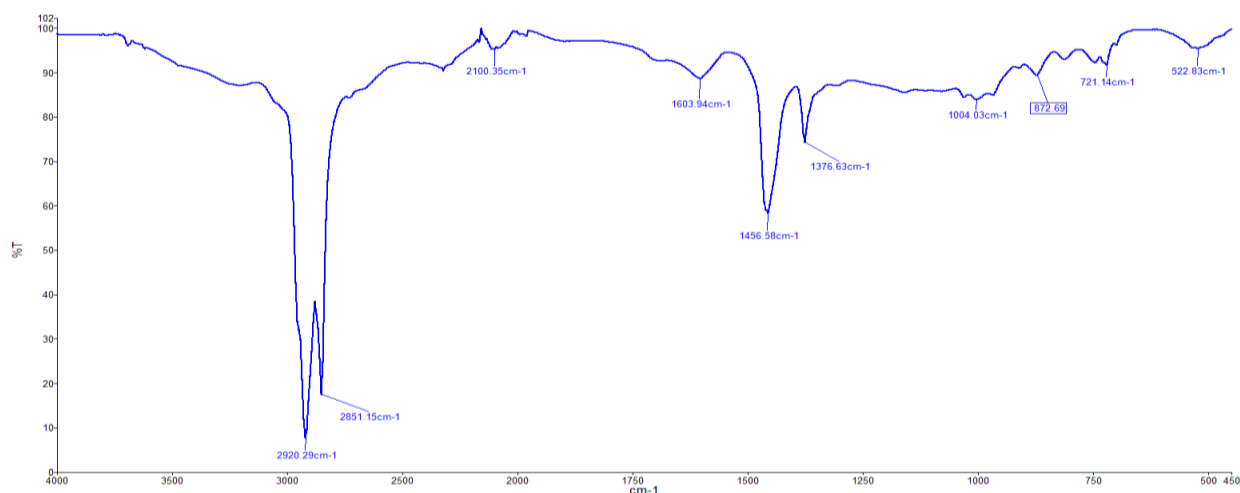
polimeri qo'shib, 1000 rpm gacha aralashtiriladi va 60 daqiqa davomida polimerning to'liq erishi ta'minlanadi. Yuqori sifatli kompozitsiya olish uchun Nano-SiO₂ yoki TiO₂ zarrachalari 1200–1500 rpm tezlikda 30–40 daqiqa davomida homogenizatsiya qilinadi. Plastifikator va boshqa qo'shimchalar esa materialning egiluvchanligini 15–20% ga, oksidlanishga bardoshlilikini esa 30–40% ga oshirish uchun kiritiladi.

Tayyor mahsulot 20–24 soat davomida qotirilgach, uning mexanik mustahkamligi (70–80 MPa), elastikligi (30–40%) va termal barqarorligi (-40°C dan +80°C gacha) sinovdan o'tkaziladi. Modifikatsiyalangan qoplama an'anaviy PMB va asfalt-beton bitumlarga nisbatan 25–30% yuqori mexanik chidamlilikka ega ekani aniqlangan. Ushbu material xalqaro tajribaga asoslangan holda ishlab chiqilgan bo'lib, uzoq muddatli foydalanish va ekstremal sharoitlarga moslashuvchanlikni ta'minlaydi. Sinov natijalari ushbu kompozitsion qoplamaning sanoat miqyosida keng qo'llanishini tasdiqlaydi.

Natijalar va ularning tahlili. FTIR spektr tahlili bitum tarkibida organik va anorganik komponentlarning mavjudligini tasdiqlaydi. 3000–2800 cm⁻¹ diapazonida aniqlangan C-H cho'zilish tebranishlari (2920 cm⁻¹ va 2851 cm⁻¹) alifatik uglevodorodlarning borligini ko'rsatadi (1-rasm). 1700–1600 cm⁻¹ diapazonidagi tebranishlar karbonil (1645 cm⁻¹) va aromatik halqalarga (1603 cm⁻¹) tegishli bo'lib, bitum tarkibidagi funksional guruhlarni tasdiqlaydi. 1376 cm⁻¹ va 1033 cm⁻¹ da S-O va C-O bog'larining mavjudligi metil guruhlari, esterlar yoki sulfat birikmalari bilan bog'liq hisoblanadi. 800–500 cm⁻¹ oralig'ida aniqlangan signallar aromatik tuzilmalar va metall oksidlarini tasdiqlaydi. Ikki spektrni taqqoslash natijasida asosiy tarkib o'xshash ekani, ammo ba'zi intensivlik farqlari materialning modifikatsiyalanganligini yoki qo'shimcha komponentlar kiritilganligini ko'rsatishi aniqlangan. Ayniqsa, 1000–600 cm⁻¹ diapazonidagi kichik tafovutlar qoplamada modifikatorlar yoki plomba materiallar mavjudligini bildiradi.



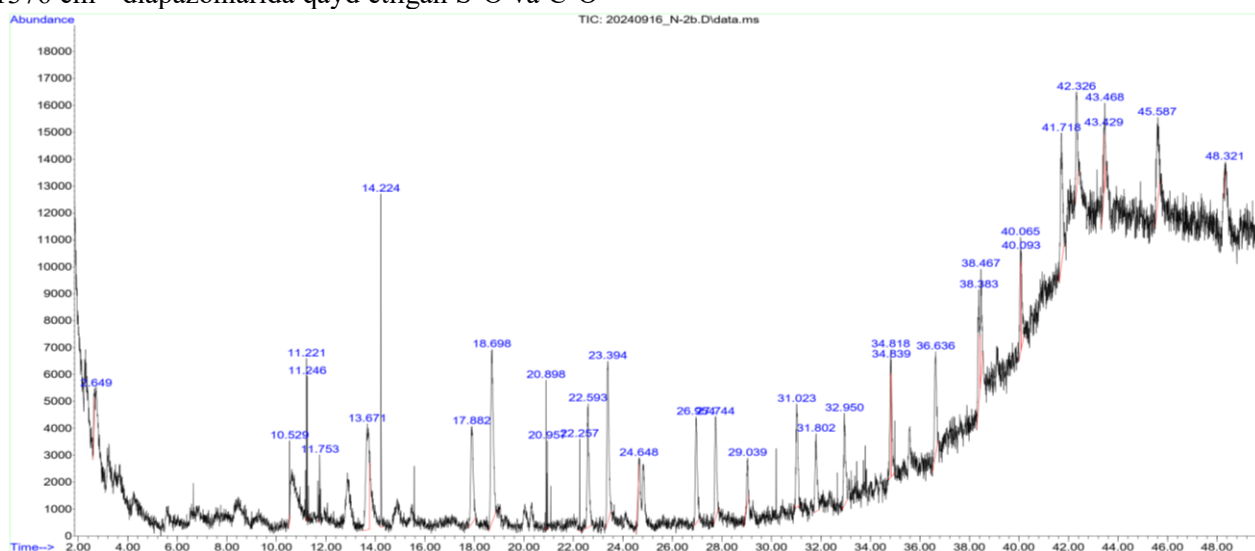
1-rasm. Import qilingan BND 60/90 markali bitum namunasining FTIR tasviri



2-rasm. Modifikatsiyalangan F-19-24 markali kompozitsion bitum qoplamasining FTIR tasviri

FTIR tahlili natijalariga ko'ra, bitum kompozitsion qoplamasining elastiklik, mustahkamlik va korroziyaga chidamlilik xususiyatlari sezilarli darajada yaxshilangan. 1645 cm^{-1} dagi C=O guruhining intensivligi oshishi oksidlanish jarayonlari natijasida yuzaga kelgan bo'lib, bu bitumning elastikligini oshirish bilan birga, haddan tashqari oksidlanish natijasida mo'rtlashish xavfini ham keltirib chiqaradi. 2920 cm^{-1} va 2851 cm^{-1} diapazonida kuzatilgan alifatik C-H bog'lari bitumning termostabil xususiyatlarini saqlashga yordam bergan, bu esa qoplamaning uzoq muddatli chidamliligini ta'minlaydi. 1033 cm^{-1} va 1376 cm^{-1} diapazonlarida qayd etilgan S-O va C-O

bog'lari kimyoviy qarish jarayonlarini sekinlashtirib, materialning kimyoviy muhitga barqarorligini oshirgani aniqlangan. 800-500 cm^{-1} oralig'idagi signallar mineral plomba moddalar va metall oksidlarining mavjudligini tasdiqlagan bo'lib, ular bitum qoplamasining mexanik mustahkamligi va termal barqarorligini oshirgan (2-rasm). Xulosa qilib aytganda, epoksi-bitum va polimer modifikatsiyalari natijasida qoplamaning fizik-mexanik va kimyoviy xususiyatlari yaxshilangani, shu bilan birga, haddan tashqari modifikatsiya qattqlik va mo'rtlikka olib kelishi qayd etildi.



3-rasm. Modifikatsiyalangan qoplamaning GC-MS (Gaz xromatografiya - Mass-spektrometriya) spektri tasviri

Spektr tahlili natijasida aniqlangan asosiy cho'qqilar bitum tarkibidagi kimyoviy komponentlarning muhim xususiyatlarini aks ettiradi. 10.529-14.224 daqiqa oralig'ida kuzatilgan engil aromatik uglevodorodlar, xususan, benzol hosilalari bitumning suv va gazlarga chidamliligini oshirishga yordam beradi. 18.698-23.394 daqiqada qayd etilgan tsiklik uglevodorodlar esa materialga elastiklik va mexanik mustahkamlik baxsh etadi (3-

rasm). 29.039-34.818 daqiqa oralig'ida aniqlangan oksillangan va gidroksillangan polimerlar bitumning issiqlikka chidamliligini oshirib, uning barqarorligini ta'minlaydi. Eng yuqori retention time (41.718-48.321 daqiqa) og'ir polimerlar va modifikatorlarning mavjudligini ko'rsatadi, bu esa bitumning qattqligi va uzoq muddatli barqarorligini ta'minlaydi.

Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, modifikatsiyalangan bitum qoplamalar suv va gazlarning kirib borishiga nisbatan yuqori barqarorlikka ega bo'lib, tsiklik uglevodorodlarning mavjudligi tufayli elastiklik xususiyatlarini saqlab qoladi. Bundan tashqari, og'ir polimer va gidroksil guruhlarning ishtiroki bitumning mexanik

mustahkamligini oshirib, qoplamaning yuqori harorat va tashqi ta'sirlarga chidamliligini yaxshilaydi. Ushbu modifikatsiyalar natijasida bitum asosidagi kompozitsion qoplamalar sanoat miqyosida samaradorligini namoyon etib, quvurlarni uzoq muddat korroziyadan himoya qilish imkonini beradi.

2-jadval

Kompozitsion bitum qoplamaning va dunyo analoglarining taqqoslanishi

Xususiyat	Sintez qilingan F-19-24 markali kompozitsion bitum (O'zbekiston)	Polimer-modifikatsiyalangan bitum (PMB) (AQSh, Yevropa)	Asfalt-beton bitum qoplami (Rossiya, Xitoy)	Nanokompozit bitum qoplami (Yaponiya, Germaniya)
Modifikator turi	Polimer, nanoto'ldiruvchi va qo'shimchalar	Styrene-Butadiene-Styrene (SBS), polimerlar	Mineral qo'shimchalar (qum, shag'al)	Nanozarrachalar (grafen, SiO ₂ , TiO ₂)
Mexanik mustahkamlik(MPa)	70–80 MPa	O'rtacha (50–65 MPa)	Past (30–50 MPa)	80–100 MPa
Elastiklik (%)	30–40%	O'rtacha (20–30%)	Past (10–20%)	40–50%
Iqlimga chidamlilik (°C)	-40°C dan +80°C gacha	-30°C dan +70°C gacha	-20°C dan +60°C gacha	-50°C dan +100°C gacha
Kimyoviy barqarorlik	Yuqori (kislotalarga va UVga chidamli)	O'rtacha (UV nurlarida degradatsiya)	Past (oksidlanish va erish ehtimoli bor)	yuqori (UV, kimyoviy moddalarga bardoshli)
Namgarchilikka chidamlilik	Yaxshi (gidrofob)	O'rtacha	Past	yaxshi
Issqlik barqarorligi (°C)	100°C gacha	80°C gacha	60°C dan keyin yumshaydi	120°C gacha
Ekologik xavfsizlik	Yuqori	O'rtacha	Past	Yuqori
Xizmat muddati (yil)	20+ yil	15-20 yil	10-15 yil	25+ yil
Narxi (\$/tonna)	300–500\$	400–600\$	200–400\$	500–800\$
Ishlatiladigan davlatlar	O'zbekiston	AQSh, Yevropa	Rossiya, Xitoy	Yaponiya, Germaniya

F-19-24 markali sintez qilingan kompozitsion bitum qoplami yuqori sifatga ega bo'lib, xalqaro standartlarga mos kelishi bilan ajralib turadi. Uning kimyoviy va fizikaviy chidamliligi an'anaviy PMB va asfalt-beton bitumlarga nisbatan yaxshiroq bo'lib, o'rtacha narx oralig'ida nanokompozit bitumga yaqin sifat ko'rsatkichlarini ta'minlaydi (2-jadval). Ushbu material ekologik xavfsiz va uzoq muddatli foydalanish uchun mos bo'lsada, Yaponiya va Germaniyada ishlab chiqilgan nanokompozit bitum bilan solishtirganda issiqlik barqarorligi biroz pastroq ekani qayd etilgan. Shuningdek, ushbu texnologiya global miqyosda hali keng tijoratlashtirilmagan bo'lib, uning sanoat amaliyotiga keng joriy etilishi zaruriyat hisoblanadi.

Xulosalar. Tadqiqot sanoat quvurlarining korroziyaga qarshi himoyasini kuchaytirish maqsadida bitum asosidagi kompozitsion qoplamalarning samaradorligini baholashga qaratilgan. Har yili korroziyaning global iqtisodiyotga 2,5 trillion AQSh dollari miqdorida

zarar yetkazishi ushbu masalaning dolzarbligini tasdiqlaydi. Bitumning gidrofob xususiyatlari va nanodispers modifikatorlarning qo'llanilishi qoplamaning mustahkamligi hamda himoya xususiyatlarini 40–60% ga oshirish imkonini beradi. Tadqiqot davomida F-19-24 markali bitum, SBS polimeri va Nano-SiO₂/TiO₂ komponentlari ishlatilib, 180–200°C haroratda aralashtirish va homogenizatsiya qilish jarayonlari amalga oshirildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, nanokompozitsion materiallar yuqori mexanik va termal barqarorlikka ega bo'lib, mustahkamlik 70–80 MPa, elastiklik 30–40% va issiqlikka chidamlilik -40°C dan +80°C gacha yetdi. Xalqaro tajriba shuni tasdiqlaydiki, AQSh, Yaponiya va Rossiyada polimer-bitum qoplamalarining rivojlanishi quvurlarni uzoq muddat korroziyadan himoya qilishda samarali yechim bo'lib xizmat qilmoqda. Shunday qilib, bitum asosidagi nanokompozitsiyalar sanoat amaliyoti uchun istiqbolli yo'nalish bo'lib, ularning neft va gaz quvurlarida keng qo'llanilishi tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xursandov, Bobomurod, et al. "Study of changes in the physical and mechanical properties of sulfur asphalt concrete mixture based on polymer sulfur." *AIP Conference Proceedings*. Vol. 3045. No. 1. AIP Publishing, 2024.
2. Qurbonov, Azizjon, Azizbek Kucharov, and Farxod Yusupov. "Development of a technology for obtaining an anti-corrosion coating for gas pipelines." *AIP Conference Proceedings*. Vol. 3102. No. 1. AIP Publishing, 2024.

Rajabov Sh.X., Xolnazarov F.A., Hakimov K.J., Abdisoatov S.Z. Xondiza koni polemetal rudalaridan rux, mis va qo'rg'oshin metallarini ajratib olish texnologiyasini takomilashtirish	80
Yuldasheva N.S., Matkarimov S.T., Mukhametdjanova Sh.A., Nosirkhujayev S.Q., Ochildiev K.T., Akramov U.A. The production of iron-containing alloys from slags of copper production	84
4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов	
Mizaraximov A.A., Komilov Q.O'., Muxamedov G'I. Fosfogipsdan foydalanishda uni zararsizlantirishga erishish yo'llari	87
Абед Н.С. Ключевые аспекты создания новых акустических многофункциональных композитов	90
Мусабеков Д.Х., Негматова К.С., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю. Созданные и освоение технологической линии производства композиционных химических реагентов-деэмульгаторов, применяемых в технологии обезвоживания и обессоливания нефтеэмульсии	94
Tursunbayev S.A., Mardonaqulov Sh.O'., Saidxodjayeva Sh.N., To'rayev A.N., Murodqosimov R.X., Odilov F.U. Al-Cu-Mg tizimidagi qotishmalarni legirlovchi elementlar (Ge va Si) ta'sirida fazalar o'zgarishi ...	97
Максудходжаева М.С., Юлдашев Л.Т., Джумакулов Т., Жумаев М.Н. Композиции из феромонов для ловушки дынных мух – <i>Miopardalis pardalina</i> Big, с целью защиты сельскохозяйственной продукции	100
Tursunbayev S.A., Murodov S.Z., Turakhodjayeva A.N., Rakhmonova M.R., Turaev A.N. The change in the fluidity properties of the Al-Cu alloy under the influence of modifying elements	102
Kucharov A.A., Qurbonov A. A., Yusupov F.M. Gaz quvurlarining korroziyaga chidamliligini oshirish uchun bitum asosida kompozitsion qoplama: sintez, xususiyatlar va qo'llanilishi	104
Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.А., Носирхужаев С.К., Очилдиев К.Т., Валиева М.Э., Камолов Л.У. Теоретические исследования причин потери меди в технологии переработки сульфидных медных концентратов в кислородно-факельной печи	109
Uzoqov A.A., To'rayev T.B., Raximov H.N. Tabiiy gazni gazkondensatidan va mexanik qo'shimchalardan tozalash samaradorligini oshirish	113
5. Методы исследования, приборов и оборудований композиционных материалов	
Аллаев Ж., Комилов К.У., Курбанова А.Дж. Получение и изучение свойства композиционных материалов на основе фосфогипса	120
Sayitova N.N., Ibragimova K.S., Tangyarikov N.S. Xlorofill metall analoglarining eritmalarida solvatsiya effektlari	122
Mamatkulova S.O., Maksumova O.S. Piperidinobetain asosida mis (II) kompleks birikmalari sintezi	125
Исаева Н.Ф. Синтез цеолитных адсорбентов из промышленных отходов: технология, свойства и эффективность	129
Umirzakova F.B., Rasulov A.X. Tog'-kon karyerlari uchun konveyer roliklarini afzalliklari	130
Шапатов Ф.У., Исмаилова Р.М., Усманова Г.А., Ражабова Э.Б., Исмаилов Р.И. Изучение влияния коллоидной композиции на основе 2-бромметилоксирана с 1,3-дифенилгуанидином на горючесть полиэтилена	132
Эшонкулов У.Х., Рузиев У.М., Каюмов О.А., Нормуминов У.Ш., Абдуллаев Ф.О. Взаимодействие компонентов глиноземсодержащего сырья с азотной кислотой	135
Samandarov E.Sh., Ibragimov A.B., Yakubov Yu.Yu., C.Balakrishnan, Safarov A.R. 18-crown-6 based supramolecular structure, Z-scan, hirshfeld surface analysis nonlinear optical properties	139
Чўлиев У.Х., Амонов М.Р. Сувда эрувчан полимерлар асосида олинган бурғуловчи эритма хоссаларини ўрганиш	143
Хасанов С.М., Ўнгбоев А.М. Изменение поверхностной структуры инструментальных материалов при их магнитной обработки	145
Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Бабаханова М.А., Шамсиева С.С., Рахимов Х.Ю. Маҳаллий ва иккиламчи хомашёлардан полимер композицияси асосидаги янги лок-бўёк материалларини эксплуатацион хоссаларини аниқлаш	147
Mamatqodirov B.D., Yakubov.Y.Y., Ibragimov A.B. Sidorenko A.Yu. Kaolin nanonaylarini SEM tasvirlari tahlili	149
Safarov A.R., Bozorov A.N., Ibragimov A.B. Cu(II) ionini 2-amino 5-metiltio 1,3,4-tiodiazol asosida olingan yangi metal kompleksining EA va SEM tahlili	153
Ermatov R.K., Dekhkanov Z.K., Doliyev. G.A., Abdulhayev. A.B. Optimization of bertole salt obtaining technology through silvinit recycling	154
Qo'chqorov Sh.B., Turabdjano S.M. Aralash tolali matolarni yakuniy pardoqlashda tabiiy xitozan bilan ishlov berish	156