

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

3-2025
TABIY FANLAR

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

X.E.Yusupov, D.A.Ergashev, M.Y.Ismoilov

Xloratlar va fiziologik faol moddalar ishtirokidagi ikki va uch komponentli sistemalarda fazoviy muvozanatlarni o'rganish 5

N.Q.Muxamadiyev, X.M.Saidov

Polioksidli katalizatorlar sintezi va ularning metanning katalitik konversiyasida qo'llanilish imkoniyatlari 9

U.J.Ishimov, N.R.Hamzayeva

Grechkaning ingichka ichak faoliyatiga ta'sirini *In silico* tahlillar asosida baholash 16

F.Sh.Xakimov, X.X.Yuldashev, Sh.Sh.Xakimova

Xona haroratida ishlaydigan natriy-oltingugurt va natriy-selen batareyalari (adabiyotlar tahlili) 23

G.Hakimova, A.Ibragimov, N.Ibroximova

Moychechak (*Matricaria chamomilla* L.) o'simligi gulining makro va mikroelement tarkibini ICP-MS usulida o'rganish 32

S.R.Razzoqova, A.A.Toshov, A.B.Ibragimov, S.A.Erkinov, Sh.A.Kadirova,**Sh.Sh.Turg'unboyev**

Co(II), Cu(II) tuzlarining 2-aminoksazol kompleks birikmalarining sintezi izomolyar qatori, SEM-EDA va rentgenfluorescent tahlillari yordamida o'rganish 41

I.R.Askarov, M.Alikhonov

Water-soluble vitamin content and healing properties of black mulberry 47

Л.М.Курбанова

Физико-химические свойства ингибиторов на основе натрий-карбоксиметилцеллюлозы и фосфорных соединений 52

Sh.A.Obidova, I.R.Askarov

Determination of antioxidant activity of "As-sabr" biologically active food addiction 58

И.И.Шарофиддинов, М.А.Ахмадалиев

Пути утилизация пиролиза (СУГ) газоконденсатные тяжелой смолистых тар продуктов 66

L.Q.Ablakulov, A.Ikramov, M.E.Ziyadullayev, F.X.Buriyev, O.E.Ziyadullayev

Ti(OTF)₄/C_{akt} katalitik sistemasida ayrim atsetilen diollaridan divinil efirlarini olish 72

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

Gaz quvurlari uchun bitum asosidagi mastik qoplamalarning fizik-kimyoviy xossalari 79

S.A.Mardanov, D.A.Ergashev, Sh.Sh.Xamdamova

Растворимостная диаграмма системы NaClO₃·CO(NH₂)₂·NH₄H₂PO₄·NH₂C₂H₄OH - H₂O 85

S.Sh.Do'saliyeva, V.U.Xo'jayev

Allium karataviense o'simligi takibidagi saponinlarning sifat tahlili 89

Т.Ш.Амирова, О.М.Назаров, Ш.Ш.Шерматова

Технология создания качественного продукта из местных шелковых отходов 92

BIOLOGIYA

A.K.Xusanov, M.A.Abduvallieva, Ш.А.Анваржонов

Обзор литературы по исследованиям учёных разных стран мира по микропластиковым частицам 97

G.M.Zokirova

Farg'ona vodiysida ochiq urug'li o'simliklarda *Cinara* avlodiga mansub shiralar trofik ixtisoslashuvi va ularning ekotizimdagi roli 106

M.R.Shermatov, O.I.Qayumova

Janubiy Farg'ona sharoitida *Smerinthus kindermannii* lederer, 1857 ning (Insecta: Sphingidae) biologiyasi 111

Z.A.Djanpulatova, M.K.Juliyev, B.E.Abdikairov, M.D.Xolmurodova, S.R.Turdaliyeva, Z.B.Xadjieva

Barqaror rivojlanish maqsadlariga erishishda ekotizim xizmatlarining o'rni 2015-2024 117

J.M.Yorqulov, P.Y.Toshev, M.D.Normurodov

Reptiliyalar - qushlarning o'ljasi sifatida 124

M.R.Shermatov, B.D.Abdikaxorov, D.A.Almatova

Farg'ona vodiysi olmozor bog'lari tangachaqanotli hasharotlarining (Insecta: Lepidoptera) tur tarkibi 131

**GAZ QUVURLARI UCHUN BITUM ASOSIDAGI MASTIK QOPLAMALARNING FIZIK-KIMYOVIIY XOSSALARI****ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАСТИЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ БИТУМА ДЛЯ ГАЗОПРОВОДОВ****PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF BITUMEN-BASED MASTIC COATINGS FOR GAS PIPELINES****Qurbonov Azizjon Rustamovich¹** ¹O'zbekiston Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, tayanch doktorant (PhD)**Kucharov Azizbek Alisher o'g'li²** ²O'zbekiston Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, PhD, doktorant (DSc)**Yusupov Farxod Maxkamovich³** ³O'zbekiston Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, texnika fanlari doktori, professor**Toshboboyeva Ra'no Akram qizi⁴** ⁴Farmatsevtika ta'lim va tadqiqot instituti, assistent**Annotatsiya**

Ushbu tadqiqotda modifikatsiyalangan bitum asosidagi mastik qoplamaning fizik-kimyoviy xossalari va gaz quvurlarini korroziyadan himoya qilishdagi samaradorligi o'rganildi. Bitum asosidagi mastik qoplamlarning gaz quvurlarini korroziyadan himoya qilishdagi samaradorligini baholash maqsadida ushbu tadqiqot qoplamaning fizik-kimyoviy va mexanik xususiyatlarini, jumladan, mustahkamlik, elastiklik, aşinishga bardoshlilik, suv yutish va korroziyaga chidamlilik darajasini o'rganishga qaratildi. Tadqiqotda bitum, polimer qo'shimchalari, plastifikator, antioksidant, mineral plomba va erituvchilardan tayyorlangan qoplama sinovdan o'tkazilib, xalqaro standartlarga muvofiq laboratoriya uskunalarida tekshirildi. Olingan natijalar ushbu qoplamaning yuqori fizik-mexanik barqarorlikka ega ekanligini, nam muhitda o'z xossalarini saqlab qolishini va gaz quvurlarining xizmat muddatini uzaytirishda samarali ekanligini ko'rsatdi. Xulosa qilib aytganda, modifikatsiyalangan bitum asosidagi mastik qoplamalar mustahkamligi, elastikligi va aşinishga bardoshlilik tufayli gaz quvurlarini korroziyadan ishonchli himoya qilish uchun yuqori potentsialga ega bo'lib, ularning uzoq muddatli ekspluatatsiyasiga xizmat qiladi.

Abstract

This study examines the physicochemical properties of modified bitumen-based mastic coatings and their effectiveness in protecting gas pipelines from corrosion. To assess the efficiency of bitumen-based mastic coatings in corrosion protection, the research focused on studying their physicochemical and mechanical characteristics, including strength, elasticity, wear resistance, water absorption, and corrosion resistance. During the study, the coating composed of bitumen, polymer additives, plasticizer, antioxidant, mineral filler, and solvents was tested using laboratory equipment in accordance with international standards. The results demonstrated that the coating possesses high physical and mechanical stability, retains its properties in humid environments, and effectively contributes to extending the service life of gas pipelines. In conclusion, modified bitumen-based mastic coatings have significant potential for reliably protecting gas pipelines from corrosion due to their strength, elasticity, and wear resistance, ensuring their long-term operation.

Аннотация

В данном исследовании изучены физико-химические свойства модифицированного битумного мастичного покрытия и его эффективность в защите газопроводов от коррозии. С целью оценки эффективности битумного мастичного покрытия в защите газопроводов от коррозии исследование было направлено на изучение его физико-химических и механических характеристик, включая прочность, эластичность, стойкость к износу, водопоглощение и коррозионную стойкость. В ходе исследования покрытия, состоящее из битума, полимерных добавок, пластификатора, антиоксиданта, минерального наполнителя и растворителей, было подвергнуто испытаниям с использованием лабораторного оборудования в соответствии с международными стандартами. Полученные результаты показали, что

покрытие обладает высокой физико-механической стабильностью, сохраняет свои свойства во влажной среде и эффективно способствует увеличению срока службы газопроводов. В заключение можно отметить, что модифицированные битумные мастичные покрытия благодаря своей прочности, эластичности и стойкости к износу обладают высоким потенциалом для надежной защиты газопроводов от коррозии, обеспечивая их долговечную эксплуатацию.

Kalit so'zlar: Bitum mastikasi, korroziyaga qarshi qoplamalar, gaz quvurlari, polimer-modifikatsiyalangan bitum, mexanik mustahkamlik, suv yutish darajasi, termal barqarorlik, sanoat qoplamalari, elastiklik.

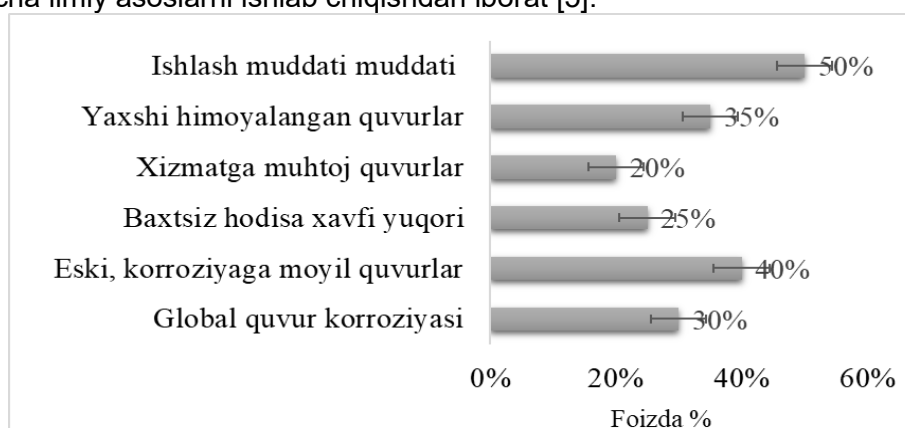
Key words: Bitumen mastic, anti-corrosion coating, gas pipelines, polymer-modified bitumen, mechanical strength, water absorption, thermal stability, industrial coatings, elasticity.

Ключевые слова: Битумный мастик, антикоррозийное покрытие, газопроводы, полимер-модифицированный битум, механическая прочность, водопоглощение, термическая стабильность, промышленные покрытия, эластичность.

KIRISH

Gaz quvurlarining korroziyaga uchrashi global miqyosda dolzarb muammolardan biri bo'lib, har yili sanoat quvurlarining 20–30% ga yaqini ushbu jarayon natijasida ishdan chiqadi. Natijada, iqtisodiy zarar bilan birga ekologik xavflar ham yuzaga kelib, atrof-muhitga sezilarli ta'sir ko'rsatadi [1]. Xususan, gaz transporti tizimida korroziyani oldini olish maqsadida samarali himoya qoplamalarini ishlab chiqish va qo'llash ilmiy va texnologik tadqiqotlarning muhim yo'nalishi hisoblanadi. Bitum asosidagi mastik qoplamalar gaz quvurlarini tashqi muhit ta'siridan himoya qilishda istiqbolli materiallar bo'lib, ularning gidrofobligi, mexanik mustahkamligi va kimyoviy chidamliligi yuqori ekanini aniqlangan [2]. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, polimerlar va nanozarrachalar qo'shish orqali bitum mastiklarining fizik-kimyoviy xossalari 40% gacha yaxshilash mumkin [3].

Mavjud korroziyaga qarshi texnologiyalar muayyan kamchiliklarga ega bo'lib, epoksid va polimer asosli qoplamalar yetarli elastiklikka ega emasligi sababli, quvurlar deformatsiyaga uchraganda yorilish ehtimoli yuqori bo'ladi. Bundan tashqari, ko'plab qoplamalar issiqlikka chidamlilikning pastligi yoki ekologik zararli komponentlarni o'z ichiga olishi bilan ajralib turadi [4]. Shu sababli, bitum asosidagi mastiklarning tarkibini takomillashtirish va ularning fizik-kimyoviy barqarorligini oshirish korroziyaga qarshi yangi avlod materiallarini ishlab chiqish uchun dolzarb ilmiy yo'nalish hisoblanadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi gaz quvurlarini korroziyadan himoya qilish uchun bitum mastiklarining samaradorligini oshirish va ularning xizmat muddatini uzaytirish bo'yicha ilmiy asoslarni ishlab chiqishdan iborat [5].



1-rasm. Gaz quvurlarining korroziyaga uchrashi va korroziyaga qarshi himoya choralari samaradorli

Gaz quvurlarining korroziyaga uchrashi global muammo bo'lib, hozirda quvurlarning 30% dan ortig'i zarar ko'rgan, yer osti quvurlarining esa 40% dan ortig'i 30 yildan beri ekspluatatsiya qilinmoqda [6]. Bu esa texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini oshirib, tizim ishonchligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Ilmiy tadqiqotlarga ko'ra, epoksi-bitum yoki nanokompozit qoplamalar qo'llanilganda, quvurlar xizmat muddati 50–70% ga uzayishi, texnik xizmat xarajatlari kamayishi va ishlash barqarorligi yaxshilanishi mumkin. Korroziyaga qarshi himoya yetarli bo'lmaganda, avariya xavfi 25% ga oshib, atrof-muhit va inson salomatligi uchun jiddiy tahdid tug'diradi [7]. Biroq, hozirda

KIMYO

faqat 35% quvurlar samarali himoya bilan ta'minlangan bo'lib, bu esa ilg'or qoplama va monitoring tizimlarini joriy etish zarurligini ko'rsatadi (1-rasm).

Tadqiqotning asosiy maqsadi bitum asosidagi mastiklarning fizik-kimyoviy va mexanik xususiyatlarini modifikatsiyalash orqali ularning korroziyaga bardoshlilikini oshirishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun bitum mastiklarining tarkibi va gaz quvurlarini himoya qilishdagi o'rni tahlil qilinadi, shuningdek, nanozarrachalar va polimerlar bilan modifikatsiyalangan qoplamalarning samaradorligi baholanadi. Bundan tashqari, sintez qilingan materiallarning korroziyaga qarshi ta'siri va uzoq muddatli ekspluatatsiya xususiyatlari sinovdan o'tkaziladi. Tadqiqot natijalari ushbu yangi materiallarning sanoat amaliyotiga keng joriy etilishining ilmiy va texnologik asoslarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Bugungi kunda AQSh va Yevropa davlatlarida polimer-modifikatsiyalangan qoplamalar ustida olib borilgan tadqiqotlar natijasida ularning xizmat muddati 30 yilgacha yetishi mumkinligi aniqlangan. Xitoy va Hindiston olimlari esa nanozarrachalar asosida modifikatsiyalangan mastiklarni sintez qilib, ularning mexanik mustahkamligini sezilarli darajada oshirishga erishgan [8]. Masalan, Yaponiya va Germaniyada olib borilgan tadqiqotlarda nanokompozitsion qoplamalarning korroziyaga qarshi samaradorligi 50–60% gacha oshgani aniqlangan. Shu bois, polimer va nanozarrachalar asosida modifikatsiyalangan bitum mastiklarini yaratish va ularning fizik-mexanik xususiyatlarini chuqur o'rganish global miqyosda dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biri bo'lib qolmoqda [9].

MATERIAL VA METODLAR

200 g modifikatsiyalangan bitum asosidagi qoplamanı tayyorlash uchun 150 g BND 60/90 yoki 90/130 bitumi asos sifatida olinib, unga 20 g SBS polimeri qo'shiladi va 2000–3000 rpm tezlikda 30–60 daqiqa davomida aralashtiriladi. Elastiklik va egiluvchanlikni oshirish uchun 10 g plastifikator, oksidlanish barqarorligini ta'minlash uchun 5 g antioksidant qo'shib, har bir komponent aralashtirilgandan keyin 10–15 daqiqa davomida qo'shimcha aralashtirish amalga oshiriladi. Qoplamaning mexanik mustahkamligini oshirish uchun 10 g mineral plomba (dolomit kukuni yoki talk) qo'shib, aralashma 20–30 daqiqa davomida homogenizatsiya qilinadi. Yakuniy bosqichda 5 g erituvchi qo'shib, 15–20 daqiqa davomida aralashtirish orqali yopishqoqlik boshqariladi. Tayyor mahsulot 50°C haroratda 24 soat davomida stabilizatsiya qilinib, fizik-kimyoviy xossalarini baholash maqsadida laboratoriyada sinovdan o'tkaziladi va maxsus idishlarda saqlanadi.

Bitum asosidagi mastik qoplamaning fizik xossalarini baholash uchun mexanik, namlik va korroziyaga chidamlilik sinovlari o'tkazildi. Qoplamaning mexanik mustahkamligi va elastikligini aniqlash maqsadida ASTM D412 yoki ISO 37 standartlariga asoslangan cho'zilishga mustahkamlik (tensile strength) va uzayish darajasi (elongation) sinovlari o'tkazildi. Sinov natijalari qoplamaning mexanik bardoshlilikı yuqori ekanligini ko'rsatdi. Shuningdek, Taber abrazion sinovi orqali qoplamaning aşinish va qattiqlik darajasi baholandi, bu esa uning uzoq muddatli mexanik barqarorligini aniqlashga imkon berdi.

Namlik va suv ta'siriga bardoshlilikni baholash uchun suv singdirish testi (water absorption test) amalga oshirildi. Sinov davomida qoplamaning suv yutish darajasi o'Ichandi va uning gidrofoblik xususiyatlari tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, sintez qilingan bitum mastikasi past suv singdirish darajasiga ega bo'lib, uzoq muddatli foydalanishda namlik ta'siridan ishonchli himoya ta'minlaydi. Ushbu xususiyat qoplamaning quvurlarni korroziyadan samarali himoya qilish salohiyatini oshiradi.

Qoplamaning kimyoviy va korroziyaga bardoshlilikini baholash maqsadida elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi (EIS) qo'llanildi. Ushbu usul orqali qoplamaning kislotalar, ishqorlar va organik erituvchilarga nisbatan chidamliligi o'rganildi. Tahlil natijalari sintez qilingan mastik qoplamaning korroziyaga nisbatan yuqori barqarorlikka ega ekanligini tasdiqladi. Umuman olganda, o'tkazilgan sinovlar mazkur qoplamaning sanoat sharoitlarida samarali qo'llanilishi va gaz quvurlarini uzoq muddat korroziyadan himoya qila olishini ko'rsatdi [10].

NATIJA VA MUHOKAMALAR

Sintez qilingan qoplamaning mexanik mustahkamlik va elastiklik xususiyatlari ASTM D412 yoki ISO 37 standartlariga muvofiq baholandi. Cho'zilishga mustahkamlik 4.5 MPa ni tashkil etib, bu sanoat standarti (≥ 4.0 MPa) bilan solishtirilganda yuqori ko'rsatkich ekanligini tasdiqlaydi.

Uzayish darajasi 120% bo'lib, standart qiymatdan ($\geq 100\%$) yuqori ekani sababli, materialning deformatsiyaga chidamliligi va egiluvchanligi yetarli darajada ekanligi aniqlandi. Aşinish va qattqlik bo'yicha Taber abrazion sinovi (ASTM D4060) natijalari qoplamaning aşinishga bardoshlilikini 0.15 g bilan baholadi, bu esa standart qiymat (≤ 0.2 g) dan past bo'lib, qoplamaning mexanik chidamliligini tasdiqlaydi (1-jadval).

1-jadval

Mexanik mustahkamlik va elastiklik xususiyatlari

Sinov turi	Standart	O'lchov birligi	Natija	Minimal talab (sanoat standarti)	Baholash	Izoh
Cho'zilishga mustahkamlik (Tensile Strength)	ASTM D412 / ISO 37	MPa	4.5	≥ 4.0 MPa	Yuqori	Qoplama yaxshi mexanik mustahkamlikka ega
Uzayish darajasi (Elongation at Break)	ASTM D412 / ISO 37	%	120	≥ 100 %	Yuqori	Qoplama elastik va deformatsiyaga bardoshli
Aşinishga bardoshlilik (Taber Abrasion Loss)	ASTM D4060	g	0.15	≤ 0.2 g	Yuqori	Qoplama uzoq muddatli mexanik chidamlilikka ega
Sertlik (Shore A) (Hardness Test)	ASTM D2240	Shore A	85	≥ 80	Yuqori	Mexanik yuklamalar ostida qattqlik yetarli
Termal barqarorlik (DSC sinovi)	ASTM E1131	°C	140	≥ 130 °C	Yuqori	Yuksak haroratga chidamli

Namlik va kimyoviy ta'sirlarga bardoshlilik bo'yicha o'tkazilgan sinovlarda qoplamaning suv yutish darajasi ASTM D570 standartiga ko'ra 0.3% ni tashkil etdi, bu esa belgilangan standart ($\leq 0.5\%$) bilan taqqoslanganda yuqori gidrofoblik xususiyatlarga ega ekanligini ko'rsatadi. Elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi (EIS) tahlili natijasida qoplamaning korroziyaga bardoshlilik darajasi 0.85 birlik sifatida qayd etildi, bu esa sanoat standarti (≥ 0.75) bilan solishtirilganda, materialning agressiv kimyoviy muhitlarga yuqori chidamlilik namoyon etishini tasdiqlaydi. Ushbu natijalar qoplamaning fizik-mexanik barqarorligi yuqori ekanligini va sanoat miqyosida qo'llash uchun mos kelishini ko'rsatdi.

2-jadval

Namlik va kimyoviy ta'sirlarga bardoshlilik

Sinov turi	Standart	O'lchov birligi	Natija	Minimal talab (sanoat standarti)	Baholash	Izoh
Suv singdirish darajasi (Water Absorption)	ASTM D570	%	0.3	≤ 0.5 %	Past – Gidrofoblik yaxshi	Suv shimish darajasi past
Korroziyaga bardoshlilik (EIS tahlili)	Elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi (EIS)	Nisbiy birlik	0.85	≥ 0.75	Yuqori	Qoplama kimyoviy ta'sirlarga chidamli
Kimyoviy moddalarga chidamlilik (Chemical Resistance Test)	ASTM D1308	-	Yuqori	-	Yuqori	Kislotalar va ishqorlarga chidamli
Namlikka	ASTM D2247	%	95	≥ 90 %	Yuqori	Namlik

KIMYO

chidamlilik (<i>Humidity Resistance</i>)						sharoitida o'z xossalarini saqlaydi
Issiqlikka chidamlilik (<i>Heat Resistance Test</i>)	ISO 11357	°C	200	≥ 180 °C	Yuqori	Yuksak haroratda mexanik va kimyoviy xossalar saqlanadi

Sinov natijalari shuni ko'rsatdiki, modifikatsiyalangan bitum mastik qoplami sanoat standartlariga mos kelib, yuqori mexanik chidamlilik, elastiklik va korroziyaga bardoshlilik xususiyatlariga ega (2-jadval). Qoplama deformatsiyaga bardoshli bo'lib, uzoq muddatli foydalanish uchun mos keladi. Namlik va kimyoviy ta'sirlarga chidamliligi yuqori bo'lib, gidrofob xususiyatlarini saqlaydi. Shuningdek, 200°C gacha bo'lgan haroratda o'z xossalarini yo'qotmaydi, bu esa uni turli iqlim sharoitlarida qo'llash imkonini yaratadi (3-jadval).

3-jadval. Modifikatsiyalangan bitum mastik qoplamasining xalqaro analoglar bilan taqqoslanishi

Xususiyatlar	Modifikatsiyalangan bitum mastik qoplami (Ushbu tadqiqot)	Polimer-bitum qoplama (AQSh, Yevropa)	Epoksi-bitum qoplama (Xitoy, Yaponiya)	Nanokompozit bitum qoplama (Germaniya, Rossiya)
Mexanik mustahkamlik (MPa)	4.5	4.0–4.5	5.0–6.0	6.5–7.5
Uzayish darajasi (%)	120	100–120	80–100	130–150
Aşinishga chidamlilik (g, ASTM D4060)	0.15	0.18–0.22	0.12–0.16	0.10–0.14
Suv singdirish (%)	0.3	0.4–0.5	0.25–0.35	0.2–0.3
Korroziyaga chidamlilik (EIS, birlikda)	0.85	0.75–0.85	0.80–0.90	0.90–0.95
Issiqlikka chidamlilik (°C)	200	180–200	220–250	250–300
Xizmat muddati (yil)	25+	20–25	30+	35+
Ekologik xavfsizlik (1–5 ball)	4.5	3.5	3.8	5.0
Kimyoviy chidamlilik (1–5 ball)	4.2	3.8	4.5	5.0
Gidrofoblik darajasi (1–5 ball)	4.3	3.7	4.4	5.0
Yopishish qobiliyati (Adgeziya, MPa)	1.5	1.2–1.5	1.6–1.8	1.8–2.0
Ishlab chiqarish narxi (\$/tonna)	350–500	400–600	500–700	700–900
Qo'llaniladigan sohalar	Gaz va neft quvurlari, sanoat qoplamalari	Yo'l qurilishi, quvurlar	Kimyo va neft sanoati	Yuqori yuklama tushadigan muhandislik obyektlari

O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, modifikatsiyalangan bitum mastik qoplami 4.5 MPa mexanik mustahkamlik, 120% uzayish darajasi va 200°C issiqlikka chidamlilik bilan sanoat talablariga mos keladi. 0.85 birlik korroziyaga bardoshlilik natijalari ushbu qoplamaning quvurlarni himoya qilishda samarali ekanligini tasdiqlaydi. Suv singdirish darajasi 0.3%, aşinishga chidamliligi esa 0.15 g bo'lib, bu qoplamaning namlik va fizik eskirishga yaxshi bardosh berishini ko'rsatadi.

Ushbu qoplamaning asosiy kamchiligi shundaki, uning issiqlikka chidamliligi nanokompozit qoplamalarga nisbatan biroz pastroq bo'lib, ekstremal harorat sharoitlarida qo'shimcha sinovlarni talab etadi. Kelajakda tadqiqotlar qoplamaning kimyoviy tarkibini yanada takomillashtirish, yuqori harorat va agressiv muhitlarga bardoshlilikini oshirishga yo'naltiriladi.

Polimer-bitum qoplamalar (AQSh, Yevropa) bilan solishtirganda, ushbu material yuqori elastiklik va korroziyaga chidamlilik ko'rsatkichlariga ega. Epoksi-bitum qoplamalar (Xitoy, Yaponiya) kimyoviy chidamlilik va mexanik mustahkamlik bo'yicha ustun bo'lsa-da, ularning narxi yuqoriroq. Nanokompozit bitum qoplamalar (Germaniya, Rossiya) esa eng yuqori ko'rsatkichlarga ega bo'lib, 250–300°C issiqlikka chidamlilik, 35+ yil xizmat muddati va 0.90–0.95 EIS ko'rsatkichi bilan ajralib turadi.

XULOSALAR

O'tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, modifikatsiyalangan bitum asosidagi mastik qoplamalar gaz quvurlarini korroziyadan samarali himoya qilish uchun yuqori fizik-mexanik barqarorlikka ega. Qoplamaning cho'zilishga mustahkamligi 4.5 MPa, uzayish darajasi 120%, aşinishga bardoshlilik 0.15 g, suv yutish darajasi 0.3% va korroziyaga chidamliligi 0.85 birlik ekanligi aniqlandi. Ushbu ko'rsatkichlar qoplamaning sanoat standartlariga mos kelishini va uzoq muddatli ekspluatatsiyaga yaroqliligini tasdiqlaydi.

Ilmiy tadqiqotlar shuni tasdiqlaydi-ki, polimer-modifikatsiyalangan bitum va nanozarrachalar bilan boyitilgan qoplamalar mexanik va kimyoviy chidamlilikni 40–60% gacha oshirishi mumkin. Bu esa gaz quvurlarining xizmat muddatini uzaytirish va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytirishga imkon beradi. Shu sababli, ushbu qoplamalarni sanoat miqyosida keng qo'llash, ularning innovatsion tarkibiy qismlarini yanada takomillashtirish va ekspluatatsiya sharoitlarida qo'shimcha sinovlar o'tkazish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Jumaeva, D., Toirov, O., Akhmedov, N. R. R., & Eshmetov, I. (2021). Energy of adsorption of polar molecules on NaLSX zeolite. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 288, p. 01041). EDP Sciences.
2. Toirov, O., Jumaeva, D., Mirkhonov, U., Urokov, S., & Ergashev, S. (2023, January). Frequency-controlled asynchronous electric drives and their energy parameters. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2552, No. 40021). AIP Publishing LLC.
3. Kucharov, A., Xalilov, S., & To'Rayeva, X. (2024). Results Of Scientific Analysis Of Coal Processing Products. *Journal of Experimental Studies*, 2(3), 9–16. Retrieved from <https://imfaktor.com/index.php/joes/article/view/1260>
4. Zakerzadeh, M., Shahbodagh, B., Ng, J., & Khalili, N. (2024). The use of waste tyre rubber in Stone Mastic Asphalt mixtures: A critical review. *Construction and Building Materials*, 418.
5. Xursandov, B., Kucharov, A., & Yusupov, F. (2024). Polimerlar Hamda Boyitilgan Ko'Mir Namunalari Asosida Sintez Qilingan Sorbentlarning Ilmiy Tahlil Natijalari. *Journal of Research and Innovation*, 2(3), 75-81.
6. Jumaeva, D. J., Eshmetov, I. D., & Agzamhodjaev, A. A. (2014). Adsorption treatment and mitigation of industrial wastewater. *Journal of Chemical Industry. Russia*, 91(3), 150-154.
7. Mouris, D., Patton, C., Davis, H., Sarkar, P., & Tsoutsos, N. G. (2025). Mastic: Private weighted heavy-hitters and attribute-based metrics. *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*.
8. Kuldashaeva, Shakhnoza; Ahmadjonov, I. L.; Adizova, N. Z.; Eshmetov, I. D.; and Akbarov, Kh. I. (2020) "Fixing mobile desert sands: definition of water resistance, mechanical strength and mechanism of fixing," *Bulletin of National University of Uzbekistan: Mathematics and Natural Sciences*: Vol. 3: Iss. 1, Article 9. DOI: <https://doi.org/10.56017/2181-1318.1057>
9. Soulaïdopoulos, S., Tsiogka, A., Chrysohoou, C., Lazarou, E., Aznaouridis, K., Doundoulakis, I., ... & Lazaros, G. (2022). Overview of chios mastic gum (*Pistacia lentiscus*) effects on human health. *Nutrients*, 14(3), 590.
10. An, X., Liu, W., Zhou, H., Zhang, J., Sun, Y., Li, T., ... & Yuan, T. (2024). Masterpenoids A–D, Four Unprecedented Nortriterpenoids from the Mastic (*Pistacia lentiscus*) and Their Anti-inflammatory Activity. *The Journal of Organic Chemistry*, 89(23), 17562-17566.