



TECH SCIENCE

ISSN 3030-3702

**TEXNIKA FANLARINING
DOLZARB MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL
SCIENCES**



№ 5 (4) 2026

TECHSCIENCE.UZ

№ 5 (4)-2026

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES
OF TECHNICAL SCIENCES**

TOSHKENT-2026

BOSH MUHARRIR:

KARIMOV ULUG'BEK ORIFOVICH

TAHRIR HAY'ATI:

Usmankulov Alisher Kadirkulovich - Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax politexnika universiteti

Fayziyev Xomitxon – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Rashidov Yusuf Karimovich – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Adizov Bobirjon Zamirovich– Texnika fanlari doktori, professor, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti;

Abdunazarov Jamshid Nurmuxamatovich - Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Umarov Shavkat Isomiddinovich – Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax davlat pedagogika universiteti;

Bozorov G'ayrat Rashidovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Maxmudov Muxtor Jamolovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Asatov Nurmuxammat Abdunazarovich – Texnika fanlari nomzodi, professor, Jizzax politexnika universiteti;

Mamayev G'ulom Ibroximovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Jizzax politexnika universiteti;

Ochilov Abduraxim Abdurasulovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Buxoro muhandislik-texnologiya instituti.

OAK Ro'yxati

Mazkur jurnal O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2025-yil 8-maydagi 370-son qarori bilan texnika fanlari bo'yicha ilmiy darajalar yuzasidan dissertatsiyalar asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM" mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA**FANLARINING DOLZARB**

MASALALARI elektron jurnali

15.09.2023-yilda 130343-sonli

guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan o'tkazilgan.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com

Barcha huquqlar himoyalangan.

© Scienceproblems team, 2026-yil

© Mualliflar jamoasi, 2026-yil

MUNDARIJA

<i>Беккулов Джахонгир, Тураев Хуршид</i> ПРОГНОЗИРУЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ТВЁРДЫХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ	5-15
<i>Бахромов Хасан, Бозорбоев Жавлонбек, Жумаев Фиёсжон</i> АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ФИЛЬТРА ВИНЕРА-ХОПФА И ФИЛЬТРАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЕГО ОСНОВЕ	16-20
<i>Hamdamova Dilshoda</i> BADIIY ADABIYOTLAR VOSITASIDA O'QUVCHILARNING AXLOQIY MADANIYATINI YUKSALTIRISH TIZIMI Й	21-23
<i>Babadjanov Elmurod, Maxambetjaliev Musabek</i> RFID YORDAMIDA AVTOTURARGOH KIRISH-CHIQUISHINI NAZORAT QILISH VA BANDLIKNI QISQA MUDDATTA VAHOLASH	24-29
<i>Айтмуратов Бакберген, Оразымбетов Темурбек</i> МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НУКУССКОГО РАЙОНА НА ОСНОВЕ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	30-36
<i>Qutlimuratov Yusup, Orazbayev Shaxmardan</i> YERLARNING SHO'RLANISH DARAJASINI ANIQLASH VA PROGNOZ QILISHDA NEYRON TARMOQLARDAN FOYDALANISH	37-42
<i>Aimbetova Gulara, Sarsenbaeva Hu'rlixa, Djumabaev Alpamis</i> KAM RESURSLI TILLARNI RAQAMLASHTIRISHDA SUN'TY INTELLEKT MODELLARINING SAMARADORLIGI VA MAVJUD MUAMMOLAR	43-48
<i>Abdullayev Elmurod, Bektemirov Hojimurod</i> TABIIY TILNI QAYTA ISHLASH ALGORITMLARINING BARQARORLIGINI NAZARIY TAHLIL QILISH	49-54
<i>Mamatov Narzillo, Samijonov Abdurashid, Abdullaeva Barno,</i> <i>Usarov Jurabek, Samijonov Boymirzo</i> QULOQ CHANOG'IGA ASOSLANGAN SHAXSNI IDENTIFIKATSIYALASH USULI	55-67
<i>Xaqberdiyev Asliddin</i> TOMCHILATIB SUG'ORISHDA NAVIER - STOKES TENGLAMALARIDAN FOYDALANIB, SUV SARFINI OPTIMALLASHTIRISH	68-74
<i>Xamzayev Dilshod</i> PAXTANI QURITISH QURILMASI: KONSTRUKSIYA, ISH PRINSIPLARI VA ISSIQLIK-TEXNIK XUSUSIYATLARNING KENGAYTIRILGAN TADQIQI	75-80
<i>Odilova Mohigul</i> METROLOGIYA SOHASIDA XALQARO UYG'UNLASHUV: O'ZBEKISTON MISOLIDA TAHLIL INTERNATIONAL HARMONIZATION IN THE FIELD OF METROLOGY: A CASE STUDY OF UZBEKISTAN	81-87

<i>Doniyev Erkin, Yusupov Rustam, Eshqurbonov Anvar</i> BAZALT TOLALI KOMPOZIT QOPLAMALARNI YAQIN INFRAQIZIL NURLANISH YORDAMIDA QURITISH: TEXNOLOGIYA, STRUKTURA VA XOSSALAR	88-94
<i>Sayitov Shavkatjon, Xolmatov Erkinjon</i> PAHTA QURITISH JARAYONINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH ISTIQBOLLARI	95-103
<i>Эргашева Камола</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКИХ СРЕД	104-110
<i>Ismoilov Muxriddin, Rahimov Anvarjon, Isomiddinova Soliha, Xolmamatova Shaxzoda</i> ASINXRON DVIGATELLAR BOSHQARUV TIZIMLARIDA TIZIMLI XATOLIKLARNI DIAGNOSTIKA QILISH VA ULARNI KOMPENSATSIYA QILISH ORQALI DASTGOHLAR ANIQLIGINI OSHIRISH	111-120
<i>To'rayev Azizbek, Karimov Abror</i> YAQIN INFRAQIZIL NURLANISHGA ASOSLANGAN O'LCHASH ASBOBLARINI TADQIQ QILISH VA ULARNING METROLOGIK XARAKTERISTIKALARINI O'RGANISH	121-126
<i>Рустамзаде Джошгун</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЖАРКОГО КЛИМАТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СГОРАНИЯ В ГАЗОВЫХ ТУРБИНАХ И РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	127-136
<i>Mammadov Fuad, Kalbaliyev Faig</i> PERFORMANCE ASSESSMENT OF SUPERCRITICAL CO2 BRAYTON CYCLES IN SOLAR POWER TOWER SYSTEMS	137-145
<i>Xasanov Azimjon</i> MAHALLIY XOM ASHYOLAR VA CHIQINDILAR ASOSIDA YENGIL BETON	146-151
<i>Abdumannopov Ozodbek, Askarov Xasanjon</i> O'ZBEKISTONDA ZAMONAVIY QURILISH MATERIALLARINI ISHLAB CHIQRISH: HOLATI, MUAMMOLAR VA ISTIQBOLLAR	152-156
<i>Xujanov Chariyar</i> QUTQARUV-QIDIRUV ISHLARINING VAZIFALARI VA TASHKILY TUZILMASI	157-162

**BAZALT TOLALI KOMPOZIT QOPLAMALARNI YAQIN INFRAQIZIL
NURLANISH YORDAMIDA QURITISH: TEXNOLOGIYA, STRUKTURA VA
XOSSALAR****Doniyev Erkin Tangimuratovich**

Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti

Tel: azizbektorayev500@gmail.com**Yusupov Rustam Eshpulatovich**

Qarshi davlat texnika universiteti o'qituvchisi

Tel: rustamyusupov@gmail.com**Eshqurbonov Anvar Abdiqayimovich**

Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti

Tel: anvareshqurbonov@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada bazalt tolasi asosida tayyorlangan kompozit bo'yoq qoplamalarini yaqin infraqizil (YIQ) nurlanish yordamida quritish texnologiyasini yaratish bo'yicha tadqiqot natijalari keltirilgan. Tadqiqotda to'lqin uzunligi 0,78–2,5 μm bo'lgan YIQ manbai (qisqa to'lqinli, $\lambda_{\text{max}} \approx 1,2 \mu\text{m}$) ishlatilib, an'anaviy konvektiv quritish usuli bilan qiyosiy tahlil o'tkazildi. Bazalt tolasining yuqori issiqlik o'tkazuvchanligi va YIQ nurlarini samarali yutishi natijasida polimer matritsani 3,5–4,2 marta tezroq quritish, energiya iste'molini 42–58 % gacha kamaytirish hamda qoplama qattiqligini (Pencil Hardness bo'yicha 2H gacha) va adgeziyasini (ISO 2409 bo'yicha 0 ball) oshirishga erishildi. FTIR-spektroskopiya natijalari epoksid guruhlarining 96 % konversiyasini tasdiqladi. Yaratilgan texnologiya sanoat miqyosida bazalt-polimer kompozit qoplamalarni tezkor va energosamarali ishlab chiqarishda qo'llanilishi mumkin.

Kalit so'zlar: bazalt tolasi, yaqin infraqizil nurlanish, bo'yoq qoplamasi, polimerlanish, energiya samaradorligi, kompozit material, FTIR-spektroskopiya, qoplama qattiqligi.

**DRYING OF BASALT FIBER COMPOSITE COATINGS USING NEAR-INFRARED
RADIATION: TECHNOLOGY, STRUCTURE, AND PROPERTIES****Doniyev Erkin Tangimuratovich**

Associate Professor, Karshi State Technical University

Email: anvareshqurbonov@gmail.com**Yusupov Rustam Eshpulatovich**

Teacher, Karshi State Technical University

Email: rustamyusupov@gmail.com**Eshqurbonov Anvar Abdiqayimovich**

Associate Professor, Karshi State Technical University

Email: anvareshqurbonov@gmail.com

Annotation. The article presents the results of research on the development of a technology for drying basalt fiber-based composite paint coatings using near-infrared (NIR) radiation. In the study, an NIR source with a wavelength of 0.78– 2.5 μm (short-wave, μm) was used, and a comparative analysis was conducted with the

traditional convective drying method. Due to the high thermal conductivity and efficient absorption of NIR rays by the basalt fibers, the drying process of the polymer matrix was accelerated by 3.5–4.2 times, energy consumption was reduced by 42–58%, and the coating hardness (up to 2H by Pencil Hardness) and adhesion (0 rating by ISO 2409 standard) were increased. FTIR spectroscopy results confirmed a 96% conversion of epoxide groups. The developed technology can be applied in the rapid and energy-efficient industrial-scale production of basalt-polymer composite coatings.

Keywords: basalt fiber, near-infrared radiation, paint coating, polymerization, energy efficiency, composite material, FTIR spectroscopy, coating hardness.

DOI: <https://doi.org/10.47390/ts-v4i5y2026N13>

Kirish (Introduction)

Zamonaviy sanoatda bazalt tolasi (BT) o'zining noyob fizik-kimyoviy xususiyatlari — yuqori mexanik mustahkamligi (kuchlanish chegarasi 3000–4840 MPa), kimyoviy va termik chidamliligi (–260 °C dan +700 °C gacha), elektr izolyatsiya xususiyati va ekologik xavfsizligi tufayli keng qo'llanilmoqda.^[1,2] Bazalt tolali bo'yoq va lak qoplamalari (BTBQ) avtomobilsozlik, kema qurilishi, qurilish, neft-gaz quvurlari va aerokosmik sanoatda korroziyaga, mexanik zarbaga hamda agressiv muhitga chidamli himoya qatlami sifatida ishlatiladi.^[1,2,11]

Polimer matritsali bazalt tolali qoplamalarni ishlab chiqarishda eng energiya talab qiluvchi texnologik bosqich — bu quritish (qotirish) jarayonidir. An'anaviy konvektiv quritish kameralarida jarayon 80–180 °C haroratda 30–120 daqiqa davom etadi va umumiy ishlab chiqarish energiya iste'molining 60–70 % ini tashkil qiladi. Bundan tashqari, konvektiv usulda issiqlik qoplama yuzasidan ichkariga tarqalganligi sababli yuza qatlam erta polimerlanib, ichki qatlamlarda erituvchi va uchuvchan organik birikmalarning (UOB) qolish xavfi yuzaga keladi. Bu esa qoplamada mikrokovaklar, adgeziyaning pasayishi va himoya xususiyatlarining yomonlashishiga olib keladi.^[9]

Yaqin infraqizil (YIQ) nurlanish (to'lqin uzunligi 0,78–2,5 μm , chastotasi 120–400*10¹²Hz) zamonaviy spektral quritish texnologiyalarining istiqbolli yo'nalishi hisoblanadi. YIQ nurlari materialga 0,5–3 mm chuqurlikkacha kirib boradi va polimer matritsa hamda tarkibdagi suv, erituvchi molekularining tebranish darajalarini bevosita qo'zg'atadi. Natijada qoplama bir vaqtning o'zida hajmiy ravishda (volumetrik) qiziydi va polimerlanadi, bu esa konvektiv usulga nisbatan jarayon vaqtini bir necha barobar qisqartiradi.^[3]

Bazalt tolasi YIQ diapazonida yuqori yutilish koeffitsiyentiga ($\alpha \approx 0,82\text{--}0,91$) ega, chunki tarkibidagi temir oksidlari (FeO, Fe₂O₃ — 9–14 %), titan dioksidi (TiO₂ — 1,5–2,8 %) va silikat strukturasi 1,0–1,8 μm to'lqin uzunligida selektiv yutish hosil qiladi. Bu bazalt asosli kompozit qoplamalarni YIQ quritishga juda qulay material holatga keltiradi, ammo hozirgi kunda BTBQ uchun maxsus YIQ quritish texnologiyalari yetarlicha o'rganilmagan.^[1,2]

Tadqiqotning maqsadi — bazalt tolali polimer kompozit bo'yoq qoplamalarini yaqin infraqizil nurlanish yordamida tezkor va energosamarali quritishning optimal texnologik rejimini ishlab chiqish, an'anaviy konvektiv usul bilan qiyoslab, qoplamaning fizik-mexanik xossalriga ta'sirini aniqlashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari quyidagilar:

- 1) BT-epoksid kompozit qoplamasining YIQ spektrini va yutilish koeffitsiyentini tahlil qilish;
- 2) YIQ quritish qurilmasining optimal parametrlarini (quvvat, masofa, davomiylik) aniqlash;

3) Quritilgan qoplamaning fizik-mexanik xususiyatlarini (qattqlik, adgeziya, mikrostruktura) o'rganish;

4) Konvektiv va YIK quritish usullarini energiya samaradorligi va qoplama sifati bo'yicha qiyoslash.

Materiallar va usullar (Materials and Methods)

Tadqiqotda quyidagi materiallardan foydalanildi:

- bazalt tolasi (BT-13, diametri $13 \pm 2 \mu\text{m}$, uzunligi 5–8 mm, Toshkent Bazalt zavodi, O'zbekiston);

- epoksid-diani smolasi ED-20 (GOST 10587-84, epoksid soni 20–22,5 %);

- qotiruvchi — poletilenpoliamin (PEPA, GOST 9.402-80);

- pigment — temir surigi (Fe_2O_3 , 5 %), TiO_2 (3 %);

- erituvchi — atseton va ksilol aralashmasi (1:1 hajm nisbatda).

Bo'yoq kompozitsiyasi quyidagi resept asosida tayyorlandi: ED-20 — 60 mas. %, BT — 18 mas. %, pigment — 8 mas. %, PEPA — 6 mas. %, erituvchi — 8 mas. %. Aralashtirish 1500 ayl/min tezlikda 30 daqiqa davomida YE-50 markali planetariy aralashtirgichda olib borildi.

Tajriba qurilmasi

Yaqin infraqizil quritish qurilmasi sifatida qisqa to'liqinli kvars-galogen YIK lampalari (Heraeus, Germaniya, NIR-emitter, $^{121}\lambda_{\text{max}} = 1,2 \mu\text{m}$, hajmiy quvvat $1500\text{--}4500 \text{ Vt/m}^2$) ishlatildi. Lampalar reflektorlar bilan jihozlangan bo'lib, ish maydoni $0,5 \times 0,5 \text{ m}$, lampadan namunagacha bo'lgan masofa o'zgaruvchan (50–250 mm). Harorat IR-pirometr Optris CT-laser (aniqlik $\pm 1^\circ\text{C}$) bilan, energiya iste'moli SDM230 elektron hisoblagichi bilan o'lchandi. Konvektiv quritish kamerasi sifatida SNOL 67/350 (haroratlar diapazoni 50–350°C, GOST 12.2.007.9-93) ishlatildi.

Bo'yoq qoplamasi po'lat (St3) plastinkalarga ($100 \times 50 \times 2 \text{ mm}$) pnevmatik purkagich SATA Jet 3000 yordamida 80–100 μm qalinlikda surildi.

Tadqiqot metodlari

Quritish jarayoni 5 ta turli rejimda olib borildi: konvektiv usul (120 °C, 60 daqiqa) hamda YIQ rejimida quvvat zichligi 2000, 2500, 3000 va 3500 Vt/m^2 da. Har bir rejimda quyidagi ko'rsatkichlar aniqlandi:

- to'liq quritish vaqti — “barmoq sinovi” (GOST 19007-73) va termogravimetrik usul (TGA);

- qoplama qattqligi — Pencil Hardness Test (ISO 15184);^[10]

- adgeziya — kross-kat usul (ISO 2409);

- epoksid guruhlarining konversiya darajasi — Bruker Tensor 27 FTIR spektrometri ($4000\text{--}400 \text{ cm}^{-1}$);

- mikrostruktura — JEOL JSM-6010LV skaner elektron mikroskopi (SEM);

- energiya iste'moli — birlik maydonga ($\text{kVt}\cdot\text{s/m}^2$) keltirilgan ko'rsatkich.

Olingan natijalarning statistik tahlili Microsoft Excel 365 va OriginPro 2024 dasturlarida bajarildi, har bir tajriba 3 marta takrorlandi ($n = 3$), o'rtacha qiymat va standart og'ish ($M \pm SD$) keltirildi.

Natijalar (Results)

Bazalt-epoksid qoplamaning YIQ yutilish spektri

Tadqiqot davomida 0,8–2,5 μm to'liqin uzunligi diapazonida BT-epoksid kompozit qoplamasining yutilish spektri o'lchandi. Eng yuqori yutilish 1,1–1,4 μm oraliqda kuzatilib, integral yutilish koeffitsiyenti $\alpha = 0,87$ ni tashkil qildi. Bu Fe_2O_3 va polimer C-H

bog'lanishlarining birinchi obertonlariga to'g'ri keladi. Tanlab olingan YIQ lampaning maksimal nurlanish to'lqin uzunligi (1,2 μm) bilan ushbu yutilish maksimumi mos kelishi quritish jarayonining yuqori samaradorligini ta'minladi.

YIQ rejim parametrlarining quritish vaqtiga ta'siri

1-jadvalda turli quritish rejimlarining solishtirma natijalari keltirilgan.

1-jadval. Konvektiv va YIK quritish rejimlarining qiyosiy ko'rsatkichlari

Rejim	Quvvat zichligi, Vt/m^2	Yuza harorati, $^{\circ}\text{C}$	Quritish vaqti, daq.	Energiya iste'moli, $\text{kVt}\cdot\text{s/m}^2$	Konversiya, %
Konvektiv	—	120 \pm 2	60,0 \pm 1,5	4,80 \pm 0,12	88,4 \pm 1,2
YIQ-1	2000	105 \pm 3	24,5 \pm 0,8	2,72 \pm 0,08	89,7 \pm 0,9
YIQ-2	2500	125 \pm 2	18,0 \pm 0,6	2,25 \pm 0,06	93,2 \pm 0,8
YIQ-3 (optimal)	3000	142\pm2	14,5\pm0,5	2,02\pm0,05	96,1\pm0,7
YIQ-4	3500	168 \pm 4	11,0 \pm 0,4	2,18 \pm 0,07	94,5 \pm 0,9

Natijalar konvektiv usulda quritish 60 daqiqa davom etganini, YIQ-3 rejimida esa atigi 14,5 daqiqada to'liq qotirishga erishilganini ko'rsatadi. Bu konvektiv usulga nisbatan 4,14 marta tezroqdir. Energiya iste'moli 4,80 dan 2,02 $\text{kVt}\cdot\text{s/m}^2$ gacha kamayib, tejamkorlik 57,9 % ni tashkil qildi.

YIQ-4 rejimida (3500 Vt/m^2) yuza harorati 168 $^{\circ}\text{C}$ dan oshib, lokal termodestruksiya alomatlari (qoplamada mikro-yoriqlar) kuzatildi, shu sababli ushbu rejim noqulay deb topildi. Optimal rejim sifatida YIQ-3 (3000 Vt/m^2 , lampa-namuna masofasi 120 mm, davomiylik 14,5 daqiqa) qabul qilindi.

Qoplamaning fizik-mexanik xususiyatlari

Optimal rejimda quritilgan namunalarning xossalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. Bazalt-epoksid qoplamasining fizik-mexanik xossalari

Ko'rsatkich	Konvektiv usul	YIQ usul (YIQ-3)	Standart
Qoplama qattiqligi (Pencil)	F	2H	ISO 15184
Adgeziya, ball	1	0	ISO 2409
Qatlam qalinligi, mkm	85 \pm 4	87 \pm 3	ISO 2808
Zarbgacha chidamlilik, sm	45	55	GOST 4765-73
Egilishga chidamlilik, mm	3	1	GOST 6806-73
Suvga chidamlilik, soat	96	>168	GOST 9.403-80

Epoksid guruhi konversiyasi, %	88,4	96,1	FTIR
--------------------------------	------	------	------

FTIR-spektroskopiya natijalari

FTIR-tahlilda epoksid guruhining xarakteristik yutilish polosasi 915 cm^{-1} da kuzatildi. Konvektiv usulda quritilgan namunada bu polosaning intensivligi 11,6 % saqlanib qolgan, ya'ni konversiya darajasi 88,4 % ni tashkil qildi. YIQ-3 rejimida esa polosa intensivligi 3,9 % gacha pasayib, konversiya 96,1 % gacha ko'tarildi. Bu YIQ nurlanishi ostida polimerlanish reaksiyasining to'liqroq borishidan dalolat beradi. Bundan tashqari, 3400 cm^{-1} atrofidagi -OH guruh polosasining kengayishi va 1100 cm^{-1} dagi C-O-C bog'lanishlarining shakllanishi yangi turg'un tarmoqlangan polimer strukturasi hosil bo'lishini tasdiqlaydi.

Mikrostruktura tahlili

SEM-tasvirlar shuni ko'rsatdiki, YIQ quritilgan qoplamada bazalt tolalari epoksid matritsa bilan zich, mikrokovaksiz aloqada bo'lib, toladan ko'chish chizig'i kuzatilmaydi. Konvektiv quritilgan namunalarda esa toladan matritsaga qisman ajralish (debonding) va mikrokovaklar ($\sim 5-8 \mu\text{m}$) topildi, bu erituvchi qoldig'i va polimerlanishning to'liq emasligi natijasidir.

4. Muhokama (Discussion)

Olingan natijalar bazalt tolasining YIQ nurlarini selektiv yutish xususiyati polimer matritsani "ichkaridan" qizdirishga imkon berishini tasdiqlaydi. Konvektiv usulda issiqlik qoplama yuzasidan ichkariga sekin tarqalib, harorat gradiyenti hosil qiladi (yuza \leftrightarrow tag $\approx 30-45 \text{ }^\circ\text{C}$). Bu yuza qatlamning erta polimerlanishiga va ichkarida erituvchi qoldig'i hamda quyma kovaklarning paydo bo'lishiga olib keladi. YIQ quritishda esa nurlanish hajmiy yutilishi tufayli harorat gradiyenti minimal ($\leq 8 \text{ }^\circ\text{C}$) bo'lib, polimerlanish bir vaqtda butun hajmda boradi.

Bazalt tolasining yuqori issiqlik o'tkazuvchanligi^[6] $\lambda = 1,2-1,9 \text{ Wt/(m}\cdot\text{K)}$ issiqlikni matritsa ichida tez tarqatadi va tola atrofida intensiv polimerlanishni ta'minlaydi, bu esa adgeziya kuchini oshiradi. FTIR natijalari (konversiya 96,1 % vs 88,4 %) ushbu mexanizmni miqdoriy jihatdan tasdiqlaydi. Pencil Hardness ko'rsatkichining F dan 2H ga oshishi va adgeziyaning 1 baldan 0 balgacha yaxshilanishi qoplamaning yuqori sifatga erishganidan dalolat beradi.

Energiya samaradorligi nuqtai nazaridan, YIQ quritish konvektivga nisbatan 57,9 % gacha tejamkorlikni ta'minlaydi, chunki: (a) issiqlik to'g'ridan-to'g'ri qoplamaga uzatiladi, atrof havoni qizdirishga sarflanmaydi; (b) jarayon vaqti qisqaradi, demak qurilma tirik vaqti kam; (c) lampalar inersiyasiz ishlaydi, ya'ni isitish va sovutish vaqtlari yo'q. Bu ishlab chiqarish liniyasining unumdorligini 3-4 marta oshirishga imkon beradi.

Olingan natijalar boshqa tadqiqotchilarning natijalari bilan mos keladi. Xususan, J. Müller va hammualliflar (2021) avtomobil qoplamalarini YIQ quritishda 60-70 % vaqt tejatlashini^[3], X. Wang (2022) esa shisha tolali kompozitlar uchun 40-50 % energiya tejamkorligini ko'rsatgan.^[4] Bizning natijalarimiz (vaqt bo'yicha 75,8 %, energiya bo'yicha 57,9 %) ushbu ko'rsatkichlardan oshiq bo'lib, bu bazalt tolasining temir oksidlari boyligi va YIQ diapazonidagi yuqori yutilishi bilan izohlanadi.

Yaratilgan texnologiyaning sanoatda joriy etilishida quyidagi cheklovlar e'tiborga olinishi kerak: (1) qoplama qalinligi $200 \mu\text{m}$ dan oshmasligi (chuqur qatlamlarda YIQ susayadi); (2) yuza harorati avtomatik nazorat qilinishi (overheat termodestruksiyaga olib keladi); (3)

lampa-namuna masofasi turli geometrik shakllar uchun moslashtirilishi lozim. Ushbu cheklovlarni hisobga olgan holda, texnologiya konveyer tizimiga integratsiya qilinishi mumkin.

Xulosa (Conclusion)

O'tkazilgan tadqiqot natijasida quyidagi xulosalar shakllantirildi:

1. Bazalt tolali epoksid kompozit qoplamasi 1,1–1,4 μm to'lqin uzunligida yuqori YIQ yutilish koeffitsiyentiga ($\alpha = 0,87$) ega bo'lib, qisqa to'lqinli YIQ manbalari ($\lambda_{\text{max}} = 1,2 \mu\text{m}$) bilan quritish uchun optimal moslashuvni ta'minlaydi.

2. Quritishning optimal rejimi aniqlandi: quvvat zichligi 3000 Vt/m^2 , lampa-namuna masofasi 120 mm, davomiyligi 14,5 daqiqa, yuza harorati $142 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. YIQ quritish konvektiv usulga nisbatan jarayon vaqtini 4,14 marta qisqartirib, energiya iste'molini 57,9 % ga kamaytiradi, ekologik xavfsizlikni esa UOB chiqindilarini 35–40 % ga kamaytirish hisobiga oshiradi.

4. Qoplamaning fizik-mexanik xossalari yaxshilandi: qattqlik F dan 2H gacha, adgeziya 0 ball, zarbga chidamlilik 45 dan 55 sm gacha, suvga chidamlilik 96 dan 168 soatdan ortiq darajaga ko'tarildi. Epoksid guruhlarining konversiya darajasi 96,1 % ni tashkil qildi.

5. Yaratilgan texnologiya O'zbekiston Respublikasining qurilish, neft-gaz, mashinasozlik tarmoqlarida bazalt-polimer kompozit himoya qoplamalarini ishlab chiqarishda joriy qilinishi mumkin. Kelgusi tadqiqotlarda turli polimer matritsalar (poliuretan, akrilat) va to'lqin uzunligini moslashtirish bo'yicha ishlar olib boriladi.

Adabiyotlar/Literatura/References:

1. Dhand V., Mittal G., Rhee K.Y., Park S.J., Hui D. A short review on basalt fiber reinforced polymer composites // *Composites Part B: Engineering*. — 2015. — Vol. 73. — P. 166–180.
2. Fiore V., Scalici T., Di Bella G., Valenza A. A review on basalt fibre and its composites // *Composites Part B: Engineering*. — 2015. — Vol. 74. — P. 74–94.
3. Müller J., Schmidt H., Weber A. Near-infrared curing of automotive coatings: energy efficiency and surface quality // *Progress in Organic Coatings*. — 2021. — Vol. 156. — Article 106261.
4. Wang X., Li Y., Zhang Q. NIR-assisted curing of epoxy/glass fibre composites: kinetics and properties // *Composites Science and Technology*. — 2022. — Vol. 220. — Article 109265.
5. Sandberg D., Kutnar A., Mantanis G. Wood modification technologies — a review // *iForest*. — 2017. — Vol. 10. — P. 895–908.
6. Ixtiyarova G.A., Sharopov J.M. Polimer kompozitsion materiallarni yaratish va xossalarini tadqiq qilish: o'quv qo'llanma. — Toshkent: TDTU, 2024. — 184 b.
7. Pickering K.L., Efendy M.G.A., Le T.M. A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance // *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. — 2016. — Vol. 83. — P. 98–112.
8. GOST R 56593-2015. Bazalt rovingi va to'qima materiallari. Texnik talablar. — Moskva: Standartinform, 2015. — 16 b.
9. Sherikov U.X., Karimov M.U. Infraqizil nurlanish yordamida lak qoplamalarini quritish jarayonlarining matematik modellashtirish // *O'zbekiston kimyo jurnali*. — 2023. — № 2. — B. 45–52.
10. ISO 15184:2020. Paints and varnishes — Determination of film hardness by pencil test. — Geneva: ISO, 2020. — 12 p.

11. Karimova D.A., Toshpulatov B.X. Polimer-bazalt kompozit qoplamalarining korroziyaga chidamliligi // Universum: Texnik fanlar. — 2024. — № 5(122). — B. 18–23.
12. Heraeus Noblelight GmbH. Industrial infrared heating systems: technical data and applications. — Hanau (Germany): Heraeus, 2023. — 48 p.

TECHSCIENCE.UZ

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

№ 5 (4)-2026

TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL SCIENCES

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**
elektron jurnali 15.09.2023-yilda 130346-
sonli guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM"
mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com