

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.12.2019.T.04.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

NAIMOV SHOHRUX BOTIRJON O'G'LI

**MAHALLIY XOM-ASHYOLAR ASOSIDA
UY-RO'ZG'OR BUYUMLARI UCHUN EMAL
OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

02.00.15 - Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent - 2024

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Naimov Shohrux Botirjon o‘g‘li Mahalliy xom-ashyolar asosida uy-ro‘zg‘or buyumlari uchun emal olish texnologiyasini ishlab chiqish	3
Наимов Шохрух Ботиржон угли Разработка технологии получения эмалей для бытовых изделий на основе местного сырья	21
Naimov Shokhrukh Botirjon ugli Development of technology for obtaining enamels for household products based on local raw materials.....	39
E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati Список опубликованных работ List of published works	42

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.12.2019.T.04.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

NAIMOV SHOHRUX BOTIRJON O'G'LI

**MAHALLIY XOM-ASHYOLAR ASOSIDA
UY-RO'ZG'OR BUYUMLARI UCHUN EMAL
OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

02.00.15 - Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent - 2024

Falsafa doktori dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasida
B2024.3.PhD/T4805 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Falsafa doktori dissertatsiyasi Toshkent kimyo-texnologiya institutida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezюме)) Ilmiy Kengash veb-sahifasi (ik.kimyo.tnu.uz) hamda "ZiyoNet" Axborot - ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar: **Aripova Mastura Xikmatovna**
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar: **Iskenderov Ahmed Maksedbayevich**
texnika fanlari doktori, professor

Talipov Nig'matulla Xamidovich
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot: **I Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent kimyo-texnologiya instituti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.04.01 raqamli Ilmiy Kengashining «19» 11 2024 y. soat «9»⁰⁰» dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100011, Toshkent sh., Shayxontohur tumani, A. Navoiy ko'chasi, 32-uy. Tel.: (99871) 244-79-20, faks: (99871) 244-79-17, e-mail: ikti_info@edu.uz, Toshkent kimyo-texnologiya instituti Ma'muriy binosi, 2-qavat, anjumanlar zali).

Dissertatsiya bilan Toshkent kimyo-texnologiya instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ 88 raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: (100011, Toshkent sh., Shayxontohur tumani, A. Navoi ko'chasi, 32. Tel.: (99871) 244-79-20).

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil «26» 10 kuni tarqatildi.
(2024 yil «26» 10 dagi № 480 raqamli reestr bayonnomasi)



S.M. Turobjonov
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy Kengash Raisi, t.f.d., akademik

X.I. Qodirov
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy Kengash kotibi, t.f.d., professor

Z.A. Babaxanova
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy
Kengash qoshidagi Ilmiy seminarga
raislik qiluvchi, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati. Bugungi kunda texnologik jarayonlarni o'zgartirmasdan yangi, sifatli shisha emal qoplamalar ishlab chiqarish katta amaliy ahamiyat kasb etadi. Oson tozalanishni ta'minlashi bilan bir qatorda, tayyor va yarim tayyor oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda sanitar toza, bakteriyalar rivojlanishini oldini oluvchi, agressiv kimyoviy moddalar ta'siriga barqaror, korroziya, qirilish, ishqalanish va yuqori haroratga bardoshli shisha emal qoplamali uy-ro'zg'or buyumlari olish texnologiyalarini takomillashtirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Jahonda ftorsiz emal ishlab chiqarish, metall buyumlari yuzasini shisha emal bilan qoplash, havo bilan reaksiyaga kirishmaydigan shisha emal bilan qoplangan uy-ro'zg'or buyumlari ishlab chiqarish texnologiyalarini qo'llashga qaratilgan chuqur tadqiqotlar olib borilmoqda. Shu munosabat bilan kam ftoridli tarkibga ega va yuqori sifatli ekologik toza, alyuminiy, kremniy va titan oksidlari miqdorini oshirilishi orqali kimyoviy bardoshli, yuqori mikroqattqlikka ega, zarbaga chidamli, tishlashuvchan, ishqalanishga bardoshli, korroziyabardoshli, mustahkam silikat-kislorodli karkasga ega grunt qoplamasini olishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda moddiy resurslardan samarali foydalanish, shisha emal bilan qoplangan uy-ro'zg'or buyumlari ishlab chiqarish, ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar turini kengaytirish, sifati va hajmini oshirish uchun keng ko'lamdagi ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida «muhim sanoat mahsulotlari bozor konyunkturasini o'rganish asosida ichki bozorning tegishli mahsulotlarga bo'lgan ehtiyojini qondirishga qaratilgan takliflar va kompleks chora-tadbirlarni ishlab chiqish»¹ bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Bu borada yuqori sifatli energotejamkor, past erish haroratiga ega shisha emal qoplamalari tarkibini ishlab chiqish, olish texnologiyasini takomillashtirish, uy-ro'zg'or buyumlari assortimentini kengaytirish va sifati oshirish bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borish muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yilning 28 yanvardagi PF-60-son «2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi, 2021 yil 13 fevredagi PQ-4992-son «Kimyo sanoati korxonalarini yanada isloh qilish va moliyaviy sog'lomlashtirish, metallurgiya sanoati korxonalarini modernizatsiya qilish, raqobatbardosh mahsulotlar turlarini kengaytirish, xomashyolarning yangi zahiralarini yaratish, ular asosida import o'rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarish texnologiyalarini joriy qilish to'g'risida»gi, 2022 yil 24 yanvardagi PQ-99-son «Respublikada ishlab chiqarishni rivojlantirish va sanoat kooperatsiyasini kengaytirishning samarali tizimini yaratish chora-tadbirlari to'g'risida»gi 2022-yil 21-fevraldagi PQ-139-son «Uy-joy qurilishi va qurilish sohasini qo'llab-quvvatlashga doir qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida»gi, 2019 yil 3 apreldagi PQ-4265-sonli «Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi, 2019 yil 1 maydagi PQ-4302-son «Sanoat kooperatsiyasini yanada rivojlantirish va talab yuqori

¹O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi 2022-yilning 28-yanvardagi PF-60-son farmoni.

bo'lgan mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi farmonlari va qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga mazkur dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalar rivojlantirishning VII. «Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiya» ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Shisha emal qoplamalar tarkibi ishlab chiqish, uy-ro'zg'or buyumlari ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish muammolari bilan dunyoga mashhur olimlar shug'ullangan, jumladan S. Rossi, D. Velez, J. Munoz, E. Scrinzi, R. Francesca, S. Massimo, S. Pagliuca, L. Bergamo, M. Calovi, W. Faust, Y. Liao, B. Zhang, M. Feng, Abul Hossain, Leila Samiee, Hossein Sarpoolaky, Mirhabibi A, Ken Chen, Fuhui Wang, Shenglong Zhu, Yasin Bozkurt, Conde A, Dambonerea J, Izgagina D, Yan D, Qian H, Tang F, Deng J, Huang Z, Shirasak M, Shimizu T, Lizawa Y, Fan L, Reis S, Koenigstein M, Quaranta A, Tavella L, Deflorian F, Nurullah, Subbotin I, O.R.Lazutkina, E.P. Farafontova, I.G. Voroshilova, E.A. Yassenko, Xoroshavina V, V. Veropaxa A.P. Zubexin, E.A. Shkurakova, A.S. Mikaeva, I.V. Goleus, A.A. Saley, A.V. Deryabin, A.Y. Spiridonov, E.V. Sareva, N. Parziani, C. Zanella, M.Yu. Yunusov, M.X. Aripova, Z. Babaev, Sh. Matchonov va boshqalar ilmiy-tadqiqot ishlari olib borishgan.

Ular tomonidan ftoridlar va bor angidrid miqdori kamaytirilgan mikrotuzilishli grunt qoplamalar taribini ishlab chiqish asoslari yaratilgan, metall qalinligi, emal turi va qalinligi bo'yicha ichki va tashqi yuzaga bo'ladigan zarb ta'sirida vujudga keladigan nuqsonlarni bartaraf etish usullari aniqlangan, uy - ro'zg'or buyumlari uchun emal qoplamalar ishlab chiqarish texnologiyalari takomillashtirilgan.

Shu bilan birga, mavjud va arzon xomashyolardan sifatli energotejamkor, past erish haroratiga ega shisha emal qoplamalari tarkibini ishlab chiqish, oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda sanitar toza, bakteriyalarning o'sishini oldini oluvchi, agressiv kimyoviy moddalar ta'siriga barqaror, korroziya, qirilish, ishqalanish va yuqori haroratga bardoshli, havo bilan reaksiyaga kirishmaydigan shisha emal qoplamali uy-ro'zg'or buyumlari olish texnologiyalarini takomillashtirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya ishi Toshkent kimyo-texnologiya institutining ilmiy-tadqiqot rejasiga muvofiq 2021 yilgi PZ-2017092150 «Kvars qumini ho'l usulda boyitish» (2021-2023 yy.) mavzusidagi amaliy loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi mahalliy xomashyolar asosida uy - ro'zg'or buyumlari uchun emal qoplamalar olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-NiO-CO}_2\text{O}_3\text{-Cu}_2\text{O}$ tizimida grunt qoplamasi hosil bo'lish sharoitlarini o'rganish;

$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ tizimida emal qoplamasi hosil bo'lish sharoitlarini o'rganish;

mahalliy xomashyolar asosida grunt va emal qoplamalari maqbul tarkib ishlab chiqish;

uy-ro'zg'or buyumlari uchun belgilangan fizik-texnik xususiyatlarga ega grunt qoplamasi olishning texnologik parametrlarini ishlab chiqish;

uy-ro'zg'or buyumlari uchun fizik-texnik xususiyatlari yaxshilangan emal qoplamalarini ishlab chiqarishning texnologik parametrlarini ishlab chiqish.

Tadqiqotning ob'ekti sifatida kvarts qumi, soda, mikrokaltsit, gilli slanetslar, grunt va emal qoplamalari olingan.

Tadqiqotning predmeti metall yuzasi uchun emal qoplamalari olish texnologiyasi va uning xususiyatlarini o'rganish hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida tabiiy mahalliy xomashyolar, olingan grunt va emal qoplamalarni fizik - kimyoviy va strukturaviy tahlil qilishning zamonaviy rentgen-fluorescent va rentgen fazoviy, IQ va UB spektroskopik, elektron mikroskop usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ilk bora, mass %: 40 - 55 SiO_2 , 3 - 9 Al_2O_3 , 15 - 30 Na_2O , 4 - 10 CaO , 0.5 - 3 K_2O , 0,4 - 1 NiO , 0,1 - 0,8 Co_2O_3 , 0,4 - 0,9 Cu_2O miqdoriy chegaralarda shisha hosil bo'lish maydoni aniqlangan;

$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-NiO-Co}_2\text{O}_3\text{-Cu}_2\text{O}$ tizimida yoyiluvchanligi 30 - 61 mm, issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsenti $114 - 136 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, po'lat yuzasiga yopishish kuchi 1 - 4,5 balli grunt qoplamasi sintez qiligan;

Co_2O_3 va Cu_2O oksidlari 1:2 nisbatlari grunt qoplamasining metall yuzasida yopishqoqlik xususiyatini yuqoriligi isbotlangan;

ilk bora $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-B}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$ tizimida shisha hosil bo'lish maydoni aniqlanib, titan dioksid kiritilishi orqali rutil va anataz kristallari hosil bo'lish asoslangan;

yoyiluvchanligi 35 - 43 mm, issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsenti $81\text{-}89 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, kimyoviy bardoshlilik AA - A sinflari oralig'ida bo'lgan, oqlik darajasi TiO_2 (kordinatsion soni 4^+ yoki 6^+) bo'yicha ko'rsatgichi 77 %ga teng emal qoplamasi sintez qilishning maqbul parametrlari aniqlangan;

uy - ro'zg'or buyumlari uchun mahalliy homashyolar asosida grunt va emal qoplamalari olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-CaO-NiO-B}_2\text{O}_3\text{-Co}_2\text{O}_3\text{-Cu}_2\text{O}$ tizimida uy - ro'zg'or buyumlari uchun grunt qoplamasi tarkibi ishlab chiqilgan;

$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-B}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$ tizimida uy - ro'zg'or buyumlari uchun emal qoplamasi tarkibi ishlab chiqilgan;

uy - ro'zg'or buyumlari uchun grunt va emal qoplamalari olishning maqbul parametrlari aniqlangan;

mahalliy homashyolar asosida uy - ro'zg'or buyumlari uchun grunt va emal qoplamasi olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot o'tkazilgan tajribalarning katta hajmi, zamonaviy tadqiqot usullari majmuasidan foydalangan holda olingan natijalarning bir-biriga mos kelishi, shuningdek, tadqiqot natijalarini joriy qilinishi bilan tasdiqlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundan iboratki $SiO_2-Al_2O_3-Na_2O-K_2O-CaO-B_2O_3-NiO-Co_2O_3-Cu_2O$ tizimida grunt, $SiO_2-Al_2O_3-Na_2O-K_2O-B_2O_3-TiO_2-P_2O_5$ tizimda emal qoplamasi uchun shisha hosil bo'lish maydoni asoslanib, po'lat asosili uy-ro'zg'or buyumlari uchun grunt va emal qoplamalari olinganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati oynakum kvarts qumi, jerdanak gilli slanetsi va mikrokalsit asosida korroziya, ishqalanishga chidamli va mustahkamligi yuqori fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega bo'lgan import o'rnini bosuvchi grunt va emal qoplamalarining tarkibi va texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Mahalliy homashyolar asosida uy-ro'zg'or buyumlari uchun emal qoplamalar olish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

mahalliy xomashyolar asosida grunt qoplamalar tarkibi va ishlab chiqarish texnologiyasi «GOLDFIBER PRO» qo'shma korxonasida ishlab chiqarishda sinovdan o'tkazilgan (O'zbekiston qurilish materiallari sanoati korxonalari uyushmasining 2024 yil 12 avgustdagi 04/13-2254 son ma'lumotnomasi). Natijada, yoyiluvchan va mustaxkam, mexanik ta'sirga chidamli grunt qoplamalar ishlab chiqarish imkonini bergan;

uy-ro'zg'or buyumlari uchun emal qoplamalar ishlab chiqarish texnologiyasi «GOLDFIBER PRO» qo'shma korxonasida ishlab chiqarishda sinovdan o'tkazilgan (O'zbekiston qurilish materiallari sanoati korxonalari uyushmasining 2024 yil 12 avgustdagi 04/13-2254 son ma'lumotnomasi). Natijada, yoyiluvchanligi 35 - 43 mm, issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsenti $81 - 89 \cdot 10^{-7} K^{-1}$, kimyoviy turg'unligi AA sinfiga mos emal qoplamalar ishlab chiqarish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarini aprobatsiyasi. Ilmiy-tadqiqot ishlarining asosiy natijalari 4 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-texnikaviy konferensiyalarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 10 ta ilmiy ish chop etilgan bo'lib, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 4 ta maqola, 3 tasi respublika va 1 tasi xorijiy jurnalda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, beshta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 133 bet, 29 ta jadval va 20 ta rasmlardan iborat.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida tadqiqotning dolzarbligi va hozirgi kun talabiga javob berishi, maqsad va vazifalari asoslangan, uning obyekti va predmeti tavsiflangan, tadqiqotning respublika fan va texnikasi rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyatini ochib berilgan, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishiga muvofiq tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy etish haqida ma'lumot berilgan.

Dissertatsiya ishining «**Adabiyotlar tahlili. uy-ro'zg'or buyumlari uchun emal qoplamasining zamonaviy holati**» deb nomlangan birinchi bobida grunt va emal qoplamalari ishlab chiqarish uchun turli sistemalar, sistemalarni qanoatlantiruvchi xomashyo bazasi va ishlab chiqarish texnologiyalari, qoplamalarning zaruriyati va po'lat buyumlarni korroziyadan himoyalash nuqtai nazaridan tutgan o'rni, dunyoda grunt va emal qoplamalarining qo'llash tendensiyalari tahlil qilinadi. O'zbekiston boy xomashyo bazasidan zarur fizik, mexanik va estetik xususiyatlarga ega bo'lgan grunt va emal qoplamalari olish uchun foydalanish imkoniyatlari ochib berilgan. Shunga asoslanib, tadqiqotning maqsadi va vazifalari shakllantirilgan.

Dissertatsiya ishining «**Tadqiqot usullari**» deb nomlangan ikkinchi bobida tanlab olingan dastlabki mahalliy tabiiy xom ashyo va tayyor mahsulotning fizik-kimyoviy xossalarini tahlil qilishning rentgenografik, mikroskopik va IQ-spektroskopik tahlil usullari keltirilgan. Texnik xususiyatlar talablari asosida emal qoplamalarining xossalarini tekshirish usullari keltirib o'tilgan.

Dissertatsiyaning «**Grunt qoplamasi uchun shisha tarkibini ishlab chiqish, xossalari va strukturasi o'rganish**» deb nomlangan uchunchi bobida grunt qoplamasi uchun tarkiblar chegarasini aniqlash, mahalliy xomashyolar asosida shisha fritta sizntez qilish, sintez qilingan frittani xossalari va strukturasi o'rganish bo'yicha materiallar keltirilgan.

$SiO_2-Al_2O_3-Na_2O-K_2O-CaO-B_2O_3-NiO-Co_2O_3-Cu_2O$ tizimida oksidlarga asoslangan holda grunt qoplamasi tarkiblarini sintez qilish. Po'lat buyumlari uchun qo'llaniladigan grunt qoplamasiga qo'yiladigan asosiy talablardan biri bu yuqori mustahkamlik, yoyiluvchanlik va issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsenti hisoblanadi. Yuqoridagi xususiyatlarga ega bo'lgan grunt qoplamasi olish yuqorida tanlab olingan tizim asosida tuziladigan tarkiblarga bog'liq bo'ladi. Metall va grunt o'rtasidagi yopishqoqlikni shisha tarkibiga kiruvchi NiO, Co_2O_3 va Cu_2O oksidlari orqali ta'minlash mumkin. Yoyiluvchanlik xususiyatini esa B_2O_3 orqali kerakli natijaga erishish mumkinligi aniqlangan.

Yuqoridagi ma'lumotlar asosida talab etiladigan texnologik va ekspluatatsion xususiyatlarga ega bo'lgan shisha tarkiblarini aniqlash uchun $SiO_2-Al_2O_3-Na_2O-K_2O-CaO-B_2O_3-NiO-Co_2O_3-Cu_2O$ tizimi tanlab olindi. Ushbu tizim asosida GOST talablariga javob beradigan grunt qoplamasi olish uchun 30ta tarkib tuzilib sintez qilindi. Sintez qilingan shisha fritta na'munalarining fizik – kimyoviy xususiyatlari o'rganilib grunt qoplamasi olish uchun tarkibdagi oksidlar chegarasi mass%: 41–54 SiO_2 , 4–8 Al_2O_3 , 18–27 Na_2O , 0.5–2 K_2O , 5–10 CaO , 8–18 B_2O_3 , 0.1–0.8 Co_2O_3 , 0,4–1 NiO , 0,4–0,9 Cu_2O ekanligi aniqlandi. Shisha fritlarning kompozitsiyalari

etarli darajada yopishish kuchi (4-5 ball), kerakli issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsientini ($105-125 \cdot 10^{-7} K^{-1}$) va metall yuzasiga yoyiluvchanlik qobiliyati (25-60 mm)ni ta'minlaydi.

SiO₂-Al₂O₃-Na₂O-K₂O-CaO-B₂O₃-NiO-Co₂O₃-Cu₂O tizimida xom ashyolar yordamida grunt qoplamasi tarkiblarini sintez qilish. Yuqorida belgilangan kompozitsiyalarning chegaralarini ta'minlash uchun mahalliy xom ashyolar tanlab olindi. Asosiy shisha hosil qiluvchi xom-ashyo sifatida Oynaqum konidan olingan kvarts qumi, bunda tarkibdagi SiO₂, Al₂O₃, K₂O miqdori yuqori ekanligi manba bo'lib xizmat qildi. Jerdanak konidan olingan gilli slanets va CaO manbai sifatida Qashqadaryo mikrokalsitlari tanlandi.

Shisha omixtasi komponentlarining kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1- jadval

Xomashyolarning kimyoviy tarkibi

Xom ashyo	Oksidlar miqdori, mass%											
	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	MgO	NiO	Co ₂ O ₃	Cu ₂ O	Fe ₂ O ₃	p.p.p
Kvarts qumi	92,5	–	1,03	0,271	3,51	–	0,04	–	–	–	0,087	–
Mikrokalsit	0,31	–	0,034	53,40	0,23	–	5,03	–	–	–	0,06	40,94
Gilli slanets	49,6	–	4.44	0,184	38,3	–	–	–	–	–	0,682	5,694
Soda	Na ₂ CO ₃ 99,11	NaCl 0,35	Na ₂ SO ₄ 0,04	–	–	–	–	–	–	–	0,003	–
Bor kislotasi	H ₃ BO ₃ 99,9	Cl ⁻ 0,001	SO ₄ 0,005	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nikel oksid	–	–	–	–	–	–	–	99,0	–	–	–	1,0
Kobalt oksid	–	–	–	–	–	–	–	–	99,0	–	–	1,0
Mis oksid	–	–	–	–	–	–	–	–	–	99,0	–	1,0

Sintez qilingan frittalarga kerakli bo'lgan to'ldiruvchilar qo'shib grunt qoplama tarkiblari tuzildi. Bu quyidagicha amalga oshirildi: olingan fritta 008 elakdan o'tguncha maydalandi. Shlikerning tarkibi quyidagicha, grunt uchun: fritta – 100%; tuproq(glina) – 6%; kvarts qumi – 15%; distillangan suv – 40% bilan grunt qoplamasi shliker ko'rinishida hosil qilindi. Gruntlangan po'lat namunalari quritish pechida 100 °C haroratda 15 daqiqa davomida quritilib, 3 daqiqa ushlab turish vaqti bilan 840 - 870°C haroratda elektr pechida termik ishlov berildi.

SiO₂-Al₂O₃-Na₂O-K₂O-CaO-B₂O₃-NiO-Co₂O₃-Cu₂O tizimida sintez qilingan grunt qoplamalarining fizik-kimyoviy xossalari o'rganish. Sintez qilingan tarkiblarning fizik-kimyoviy xossalari o'rganildi, GOST talablariga to'liq javob beradigan optimal tarkiblar tanlab olindi (2-jadval) va grunt qoplamasining yoyiluvchanlik qobiliyati, po'latga yuzasiga yopishish kuchi va issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsenti xususiyatlari bo'yicha xorijiy analoglar bilan solishtirildi (3-jadval).

2 – jadval

Grunt qoplamasining optimal tarkiblari

Tarkiblar indeksi	Yoyiluvchanlik, mm	Po'lat yuzasiga yopishish kuchi, ball	ICHKK, 10 ⁻⁷ , K ⁻¹
№11	37,0	4,5	120,2
№12	47,0	4	124,2
№13	37,0	4	115,5
№14	45,5	4,5	126,0

Optimal kompozitsiyani xorijiy analoglar bilan taqqoslash

Tarkiblar indeksi	Yoyiluvchanlik, mm	Po'lat yuzasiga yopishish kuchi, ball	IChKK, $10^{-7}, K^{-1}$
№11	37,0	4,5	120,2
№12	47,0	4	124,2
№13	37,0	4	115,5
№14	45,5	4,5	126,0
ФГТ2С-3313 (Rossiya)	37,0	4,0	105,0
GR – 2252 (Turkiya)	56,0	4,0	125,0
GOST 52569 – 2018	15 – 70	4,0 – 5,0	90 – 125

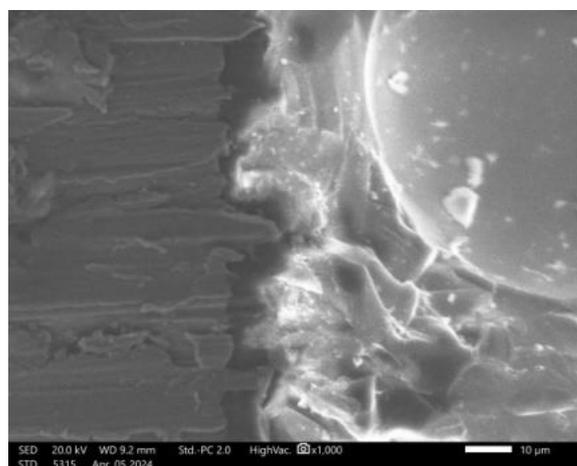
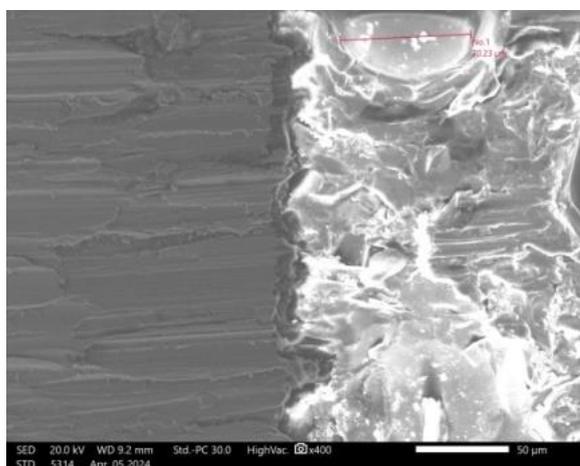
3-jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, ishlab chiqilgan optimal grunt qoplamalari talablarga mos keladi.

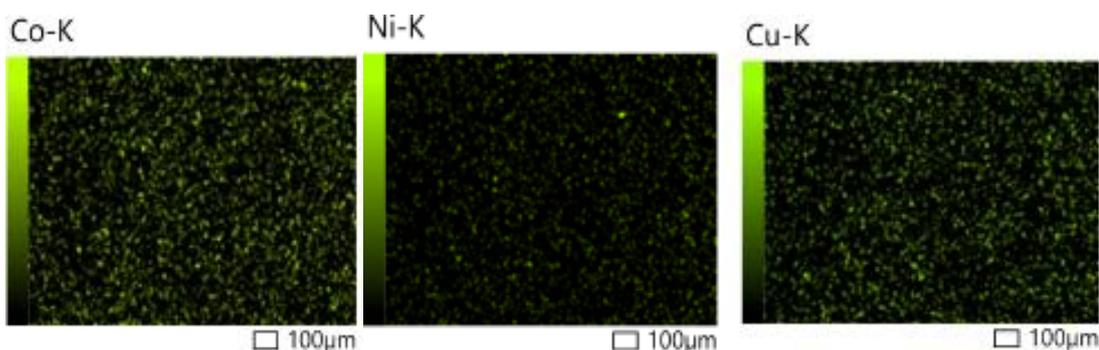
SiO₂–Al₂O₃–Na₂O–K₂O–CaO–B₂O₃–NiO–Co₂O₃–Cu₂O tizimi asosida grunt qoplamasining strukturasi o'rganish. Grunt qoplamalarining barcha spektrlarida 250-500, 700-1250, 1250-1600 cm^{-1} va 2000-4000 cm^{-1} maydonlarda joylashgan to'rtta asosiy yutish tekisliklari mavjud. Spektrlardagi farqlar materiallar tarkibidagi xilma xilliklar bilan ifodalanadi. Bunda bor miqdorining o'zgarishi eng ko'p ta'sir qiladi.

800-1250 cm^{-1} yutish maydoni Si–O–Si va SiO₄ kabi kremniy guruhi mavjudligini ko'rsatadi. Ushbu maydonga to'rt kordinatsionli borning tebranishi ham mos keladi.

1400-1500 cm^{-1} maydon kalsiy silikatlarini mavjudligini anglatadi. Ushbu maydonda BO₃ ning tebranishining mavjudligi shisha tarkibidagi borning miqdorini ortishi bilan bog'liq. 500-400 cm^{-1} maydondagi tekisliklar kremniy va fosfor guruhlarini mavjudligini bildiradi. Tarkib №5 da fosforning miqdori ortishi bilan, intensivlik oshib boradi. 400-280 cm^{-1} maydonda XO₆ (X = Mg, Ca, Ni, Co)lar tekisliklari kuzatiladi.

1-rasmda grunt qoplamasining chegarasi ko'rsatilgan, bu qoplamaning metallga kirib borishida va Co, Ni va Cu ning bir xil taqsimlanishini ko'rsatadi.





1-rasm. Elektron mikroskopik tasvir, grunt qoplamasidagi elementlarning tarqalishi.

Dissertatsiyaning “**Emal qoplamasining tarkibini ishlab chiqish, xossalari va strukturasi o‘rganish**” deb nomlangan to‘rtinchi bobida emal qoplama uchun tarkiblar chegarasini $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$ tizimida oksidlarga asoslangan holda aniqlash, mahalliy xomashyolar asosida shisha fritta sintez qilish, sintez qilingan frittani xossalari va strukturasi o‘rganish bo‘yicha materiallar keltirilgan.

Emal qoplamasiga qo‘yiladigan asosiy talablardan kimvoviy turg‘unlik, yoyiluvchanlik va issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsenti hisoblanadi. Yuqoridagi xususiyatlarga ega bo‘lgan emal qoplama olishda tanlab olingan tizim asosida tuziladigan tarkiblarga bog‘liq bo‘ladi.

$\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$ tizimiga asoslangan holda GOST talablariga javob beradigan emal qoplamalarini olish uchun 30 ta tarkib sintez qilindi. Olingan frit namunalari xossalari o‘rganilib, tarkibdagi oksid miqdori chegarasi aniqlandi.

Sintez qilingan shishalardagi oksidlarning optimal miqdori quyidagi oraliqlarda mass%: 39–45 SiO_2 , 4–7 Al_2O_3 , 11–16 Na_2O , 1.5–3 K_2O , 14–21 B_2O_3 , 12–19 TiO_2 , 2–3 P_2O_5 ekanligi aniqlandi.

$\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--P}_2\text{O}_5\text{--TiO}_2$ tizimida xomashyolar yordamida emal qoplamasining tarkiblarini sintez qilish.

Tanlangan xom ashyoning kimyoviy tarkibi 4-jadvalda keltirilgan.

4 - jadval

Xom ashyolarning kimyoviy tarkibi

Xom ashyo	Oksidlar miqdori, mass%								
	SiO_2	Na_2O	K_2O	CaO	Al_2O_3	B_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	p.p.p
Kvars qumi	92,5	–	1,03	0,271	3,51	–	0,04	0,087	-
Gilli slanets	49,6	–	4,44	0,184	38,3	–	–	0,682	5,694
Titan oksid	–	–	–	–	–	–	98,0	–	1,0
Soda	Na_2CO_3 99,11	NaCl 0,35	Na_2SO_4 0,04	–	–	–	–	–	–
Bor kislotasi	H_3BO_3 99,9	Cl ⁻ 0,001	SO_4 0,005	–	–	–	–	–	–
$(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$	(NH_4) H_2PO_4 99,5	Suvda erim. 0,005	SO_4 0,005	Cl ⁻ 0,0005					
Potash	K_2CO_3 98,0	Na_2CO_3 0,6	Al_2O_3 0,25	K_2SO_4 0,4	–	–	–	–	43,44

Mahalliy xom-ashyo asosidagi emal qoplamalarini olish uchun yuqori oqlik, issiqlikdan chiziqli kengayishning koeffitsienti, korroziya va kimyoviy ta'sirga chidamlilik, yaltiroqlik, tashqi ta'sirlar natijasida qirilish va ishqalanishga chidamlilik kabi xususiyatlarni ta'minlash kerak. Emal qoplamasi olish uchun titan dioksidi saqlagan turli tarkiblar 5-jadvalda keltirilgan.

5 – jadval

SiO₂–Al₂O₃–Na₂O–K₂O–CaO–B₂O₃–TiO₂–P₂O₅ tizimi asosida olingan frittaning kimyoviy tarkibi

Tarkiblar indeksi	Oksidlar miqdori, mass%								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	TiO ₂	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	B ₂ O ₃
№1001	42,4	4,54	14,0	2,29	0,07	17,3	2,30	0,06	16,4
№1002	42,1	4,20	13,0	2,06	0,08	18,2	1,9	0,07	18,4
№1003	41,8	4,67	13,6	2,41	0,08	17,9	2,07	0,05	17,4
№1004	43,0	4,45	13,4	2,32	0,08	15,6	2,11	0,06	19,0
№1005	41,7	4,98	13,3	2,35	0,09	18,6	2,04	0,06	16,1
№1006	41,6	4,7	13,9	2,38	0,08	16,1	2,20	0,06	18,1
№1007	42,9	4,91	14,2	2,54	0,07	15,1	2,4	0,06	17,95
№1008	42,6	4,75	14,0	2,41	0,08	17,2	2,15	0,05	16,76
№1009	44,0	4,90	13,6	2,29	0,09	14,7	2,35	0,06	18,0
№1010	43,9	4,18	13,2	2,21	0,06	16,8	2,29	0,07	17,29

SiO₂–Al₂O₃–Na₂O–K₂O–B₂O₃–TiO₂–P₂O₅ tizimida emal qoplamasining fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish. Sintez qilingan shisha frittalarga kerakli qo'shimchalar qo'shib emal qoplamasi olindi. Bu quyidagicha amalga oshirildi: sintezlangan shisha frittasi 008 elakdan o'tguncha maydalanib so'ngra tuproq va suv qo'shildi. Grunt qoplamasi olish uchun tarkibi quyidagicha amalga oshirildi: shisha frittasi - 100%; tuproq - 6%; kvarts qumi - 15%; distillangan suv - 40%. Emal bilan qoplangan gruntlangan po'lat namunalari pechda 100 ° C haroratda 15 daqiqa davomida quritilgan va elektr pechda 820 - 840 ° C haroratda 5 daqiqa davomida issiqlik bilan ishlov berilgan.

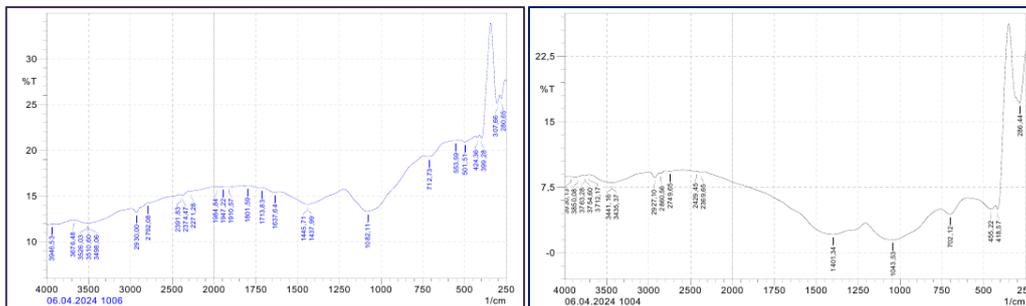
Sintez qilingan tarkiblarning fizik – kimyoviy xossalari o'rganilib GOST talablariga to'liq javob beradigan optimal tarkiblar tanlab olinib emal qoplamasining yoyiluvchanligi, po'lat yuzasiga yopishish kuchi va issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsenti kabi xususiyatlari bo'yicha xorijiy analoglar bilan solishtirildi(6 jadval).

6 – jadval

Optimal tarkiblar bilan analoglarni solishtirish

Tarkiblar indeksi	Yoyiluvchanlik, mm	Kimyoviy bardoshlik	IChKK, 10 ⁻⁷ , K ⁻¹
1007	36,0	AA	85,8
1010	43,0	AA	81,9
1012	39,0	AA	87,7
ФПБС – 400(Rossiya)	44,0	AA	92,2
B 3772 (Turkiya)	38,0	AA	103,2
GOST 52569 – 2018	30 – 75	AA	80 – 130

SiO₂–Al₂O₃–Na₂O–K₂O–CaO–B₂O₃–TiO₂ tizimida emal qoplamasining strukturasi o‘rganish. Emal frittasining ayrim namunalari IQ spektrlarida keltirilgan(2-rasmda).



a

b

2 – rasm. Emal frittasi namunalarning IQ spektri: a – № 1005; b – № 1006.

Sintez qilingan fritta na‘munalariga IQ spektroskopiya yordamida turli maydonlar o‘rganilganda quyidagi to‘lqin chastotalari aniqlandi. Bular: 501,51 cm⁻¹ va 553,59 cm⁻¹ bo‘lib, ushbu to‘lqinlar – [TiO₆] gruppasiga mansub ekanligi aniqlandi, 712,73 cm⁻¹ va 702,12 cm⁻¹ to‘lqinlar – [TiO₄] gruppasiga tegishli ekanligi, 1043,53 cm⁻¹ to‘lqinda Si–O–Si qatlamli tuzilish (disilikat tipidagi guruhlar), 1082,11 cm⁻¹ to‘lqinda Si–O–Si karkassimon strukturada, 1401,34 cm⁻¹, 1437,99 cm⁻¹ va 1445,71 cm⁻¹ to‘lqinlar esa [BO₃] gruppasiga mos kelishli aniqlandi.

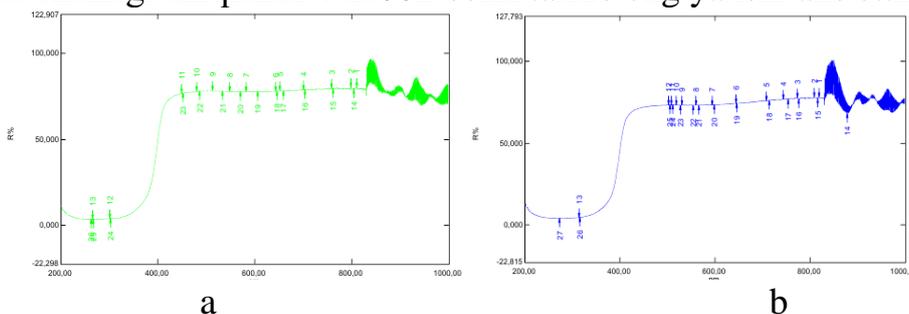
Taqdim etilgan ma‘lumotlardan ko‘rinib turibdiki, shisha frittasida to‘rt va oltita muvofiqlashtirilgan titan oksidi bir vaqtning o‘zida mavjudligi aniqlandi.

Emal qoplamasi buyumlarning korroziyaga uchrashini oldini olibgina qolmasdan estetik dizayn va jozibakorlik bahs etadi, bunda asosiy omil emal qoplamasining oqlik darajasi bo‘lib xizmat qiladi. Oqlik darajasini aniqlash uchun UB – 2600 qurilmasi yordamida tekshiruvlar o‘tkazilib aks ettiruvchanlik qiymatiga asoslangan holda emal qoplamalarining oqlik darajasi aniqlandi(3 – rasm).

Aks ettiruvchanlik tarkib №1002 uchun 810 nm to‘lqin uzunligida 80.532% atrofida maksimal darajada bo‘ldi va 659.5 nm to‘lqin uzunligida 78.254% gacha kamaydi.

Aks ettiruvchanlik tarkib №1003 uchun 809 nm to‘lqin uzunligida 78.319% atrofida maksimal darajada bo‘ldi va 646 nm to‘lqin uzunligida 74.210% gacha kamaydi.

Tadqiqotlar natijasida ma‘lum bo‘ldiki emal qoplamasining oqlik qiymati 69-81% oralig‘ida ekanligi aniqlandi. №1002-sonli tarkib eng yaxshi aks ettirishga ega.



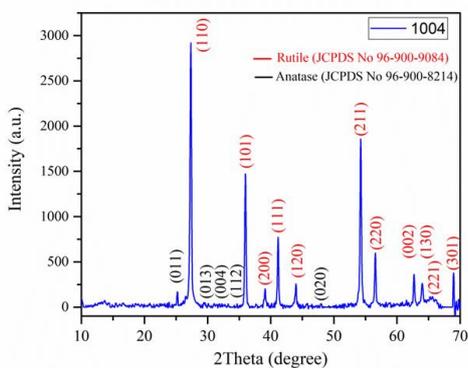
a

b

3 – rasm. Emal qoplamasini aks ettirish ko‘rsatkichlari: a - № 1002; b – № 1003.

Emal qoplamalariga qo'yiladigan talablar GOST 24788-2018 "Emallangan po'latdan olingan uy – ro'zg'or buyumlari. Umumiy texnik shartlar"ga javob bera oladi.

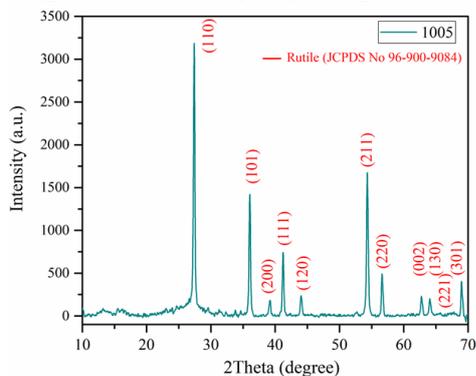
1004-sonli namunani fazaviy tahlil qilish natijasi 4-rasmda keltirilgan



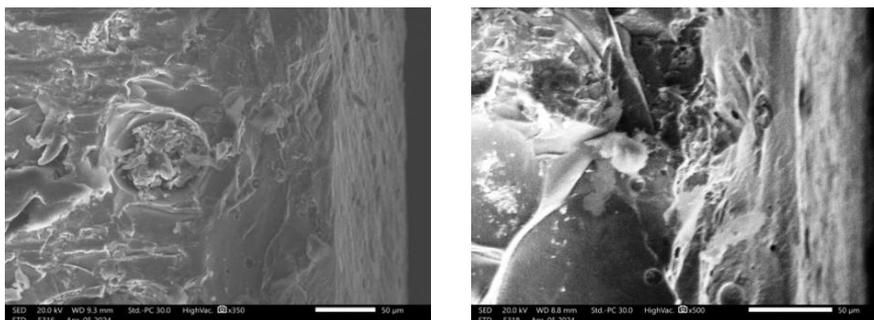
4–rasm. №1004 tarkibli emal qoplamasining difraktogrammasi.

4-rasmda 830°C haroratda olingan namunaning difraktogrammasi keltirilgan. RFA ma'lumotlariga ko'ra, 1004 namunasi kristall va amorf fazadan iborat bo'lib, kristal fazasi 92,2% TiO₂ rutil va 7,8% TiO₂ anatazdan iborat. JCPDS №96-900-9084 ma'lumotlariga ko'ra, TiO₂ rutil p 42/mnm (136) fazoviy guruhi va panjara parametrlari a=b=4,6 va C=2,96 Å, bilan tetragonal kristalli tuzilishga ega.

5–rasmda 830°C haroratda olingan namunaning difraktogrammasi keltirilgan. RFA ma'lumotlariga ko'ra, №1005 namunasi kristall va amorf fazadan iborat bo'lib, ma'lumotlarga ko'ra, kristall fazasi faqat rutilning TiO₂ (JCPDS №96-900-9084) dan iborat bo'lib, anatazning TiO₂ fazasi qayd etilmagan. Rutilning TiO₂ ga mos keladigan piklar intensivligining oshishi qayd etildi. Rutil piklarining yuqori intensivligi TiO₂ komponentining o'sishi tufayli yuzaga keladi.



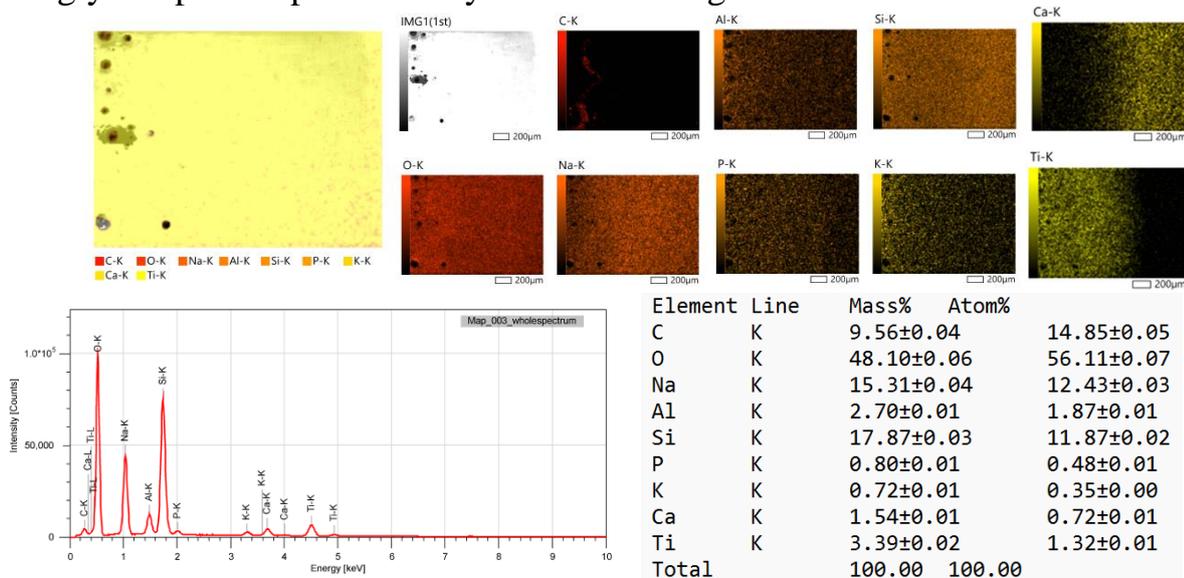
5–rasm №1005 emal qoplamasining difraktogrammasi.



6-rasm. Grunt va emal qoplamasining SEM tasviri.

6-rasm orqali grunt va emal qoplamalari orasidagi yopishish chegarasini ko‘rishimiz mumkin. Bunda ko‘rinib turibdiki grunt – emal o‘rtasidagi yopishqoqlik yaxshi, qatlamlar bir-birini to‘liq to‘ldirganini ko‘rish mumkini. Rasmdagi tasvirlar yuqoridagi emal bilan solishtirganda, emal qoplamasidagi kristal fazaning ustun tarkibini ko‘rsatadi. Ikkala namunada rutilning yuz shaklidagi kristallari mavjud va 1004-sonli namuna tarkibida piramidal anataz kristallari mavjud.

7-rasmda grunt-emal bog‘lanish chegarasini va grunt-emal bog‘lanish qanday hosil bo‘lishini ko‘rishimiz mumkin. Grunt-emal chegarasining kimyoviy tahlili energiya dispersiv spektrometr yordamida amalga oshirildi.



Rasm–7. Grunt va emal qoplamasi orasidagi chegarasining EDS tahlili.

Tahlillar natijasi tarkibda emal qoplamasini tashkil etuvchi elementlarning mavjudligini ko‘rsatdi. Taqdim etilgan rasmdan ko‘rinib turibdiki, kremniy grunt va emal qoplamalarida bir tekis taqsimlangan, alyuminiy emal sohasida, shuningdek fosfor, kaliy va titan to‘plangan.

Dissertatsiyaning **“Qoplamalar olish texnologiyasini ishlab chiqish”** deb nomlangan beshinchi bobida grunt va emal qoplamalari olish bo‘yicha ishlar keltirilgan. Bunda xomashyolarni boyitishdan boshlab tayyor mahsulot omborga borgungacha ketadigan jarayonlar yoritib berilgan.

Grunt olishning texnologik tizimini ishlab chiqish

Grunt qoplamasi ishlab chiqarish quyidagi sxema bo‘yicha amalga oshiriladi: *xomashyoga ishlov berish va shixta tayyorlash → shisha pishirish → shishani suv xammomiga quyish orqali fritta olish → frittaga kerakli qo‘shimchalar qo‘shish orqali grunt qoplamasi olish.* Grunt qoplamasi ishlab chiqarish prinsipial sxemasi 8-rasmlarda keltirilgan.

Kvars qumi bunker (1) dan ta‘minlagich (2) orqali vibratsion elak (5)ga uzatiladi va elakdan o‘tgan kvars qumi taminlagich (2) orqali xomshayoni saqlash bunker (6) ga yegiladi, xomshayoni saqlash bunkeridan kerakli miqdorda o‘lchab olish uchun dozator (7) ga yuborilib tortib olingan kvars qumi tarelkasimon aralashtirgich (8) ga yuboriladi.

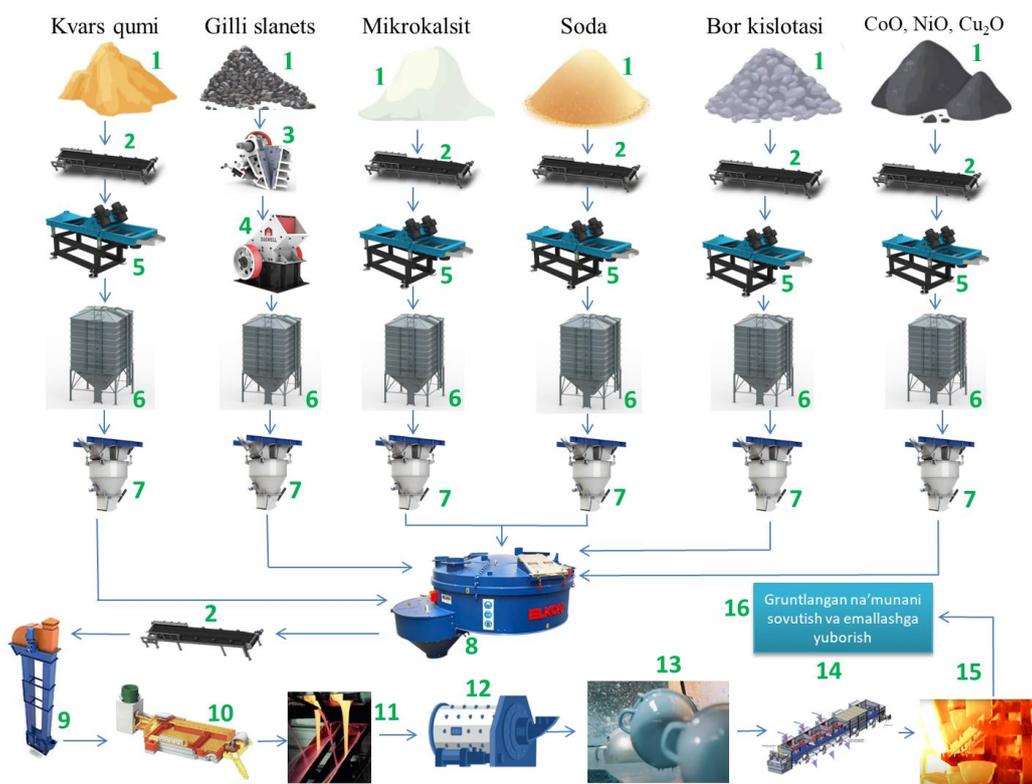
Gilli slanetsi bunker (1) dan jagʻli maydalagich (3) ga uzatiladi, dagʻal maydalangan slanets nafis maydalash uchun bolgʻali maydalagich (4) ga yuboriladi, kerakli darajada maydalangandan soʻng xomashyoni saqlash bunkeri (6) ga yegiladi va belgilangan ogʻirlikni oʻlchash uchun dozator (7) orqali tortib olinib tarelkasimon aralashtirgich (8) ga yuboriladi.

Mikrokalsit, soda, bor kislotasi, kobalt, nikel va mis oksidlari tayyor holda korxonaga keltirilganligi sababidan xomashyoni bunkeri (1) dan taminlagich (2) orqali vibratsion elakdan oʻtkazilib, xomashyoni saqlash bunkeri (6) ga uzatiladi va kerakli miqdorda tortib olish uchun taminlagich (2) orqali dozator (7) ga uzatiladi, kerakli miqdorda oʻlchab olingan xomashyolar tarelkasimon aralashtirgich (8) ga yuboriladi.

Dozalanib aralashtirgichga yegilgan xomashyolar changishini oldini olish maqsadida 2% miqdorda suv qoʻshgan xolda aralashtirilib shisha omixtasi olinadi.

Tayyor xolga kelgan omixta elevator (9) orqali vannali pech (10)ga yuboriladi.

Tayyor boʻlgan shisha massasini granula holatiga keltirish uchun suvli bassen (11) ga tushuriladi. Granula xolatida olingan shisha frittasiga kvars qumi va gil tuproq qoʻshilgan holda sharli tegirmon (12) ga yuklanib maydalanadi va 35 – 38% namlikda shliker olinadi. Shliker holatidagi grunt qoplamasiga metall buyumlar botirib olinib (13) quritiladi (14) va 860 – 880 °C haroratda elektr pechi (15)da kuydiriladi. Gruntlangan metall buyumlari emallashga yuboriladi.



8 – rasm. Grunt qoplamasi olishning printsipl texnologik tizimi:

1 – xomashyo bunkeri, 2 – taʼminlagich, 3 – jagʻli maydalagich, 4 – bolgʻali maydalagich, 5 – vibratsion elak, 6 – xomashyoni saqlash bunkeri, 7 – tarozi, 8 – tarelkasimon aralashtirgich, 9 – elevator, 10 – hovuzli humdon, 11 – granulyator, 12 – sharli tegirmon, 13 – metallni gruntlash vannasi, 14 – quritgich, 15 – elektr humdon.

Ushbu ishlab chiqilgan shisha pishirish rejimi “GOLDFIBER PRO” QK laboratoriyasida sinovdan o‘tkazildi (“GOLDFIBER PRO” QK ning 07.06.2024 yildagi dalolatnomasi), natijada grunt qoplamalari ishlab chiqarish uchun fritta olishga erishildi. Olingan frittaning rangi to‘q ko‘k, zichligi – $2,63 \text{ g/sm}^3$, yoyiluvchanlik – 37 mm, IChKK – $115,5 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, po‘lat yuzasiga yopishish kuchi 4 ball, bo‘lib, GOST R 52569 – 2018 talablariga javob berishi aniqlandi.

Emal qoplamasi olishning texnologik tizimini ishlab chiqish.

Sirt emal qoplamasi ishlab chiqarish quyidagi sxema bo‘yicha amalga oshiriladi: shixta tayyorlash → shisha pishirish → shishani suv xammomiga quyish orqali fritta olish → frittaga kerakli qo‘shimchalar qo‘shish orqali emal qoplamasi olish → gruntlangan po‘lat na‘munalari ustiga sirt emal qoplamasini qoplash → quritish → kuydirish.

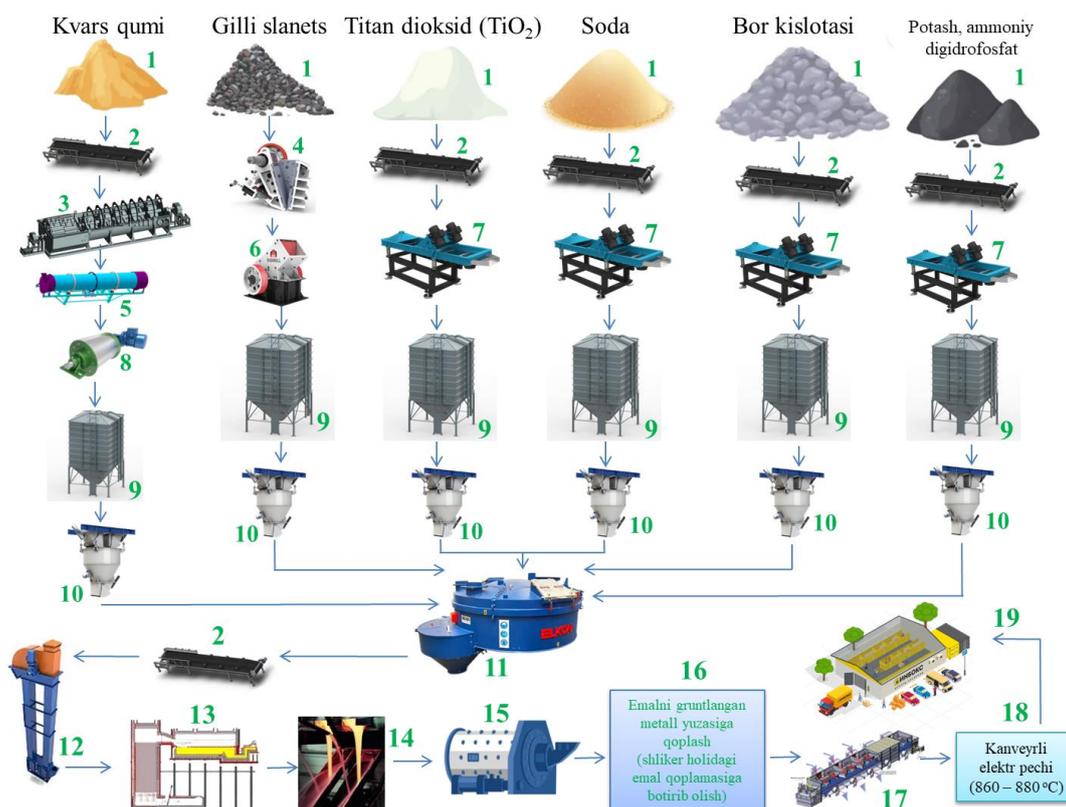
Kvars qumi bunker (1) dan ta‘minlagich (2) orqali yuvish mashinasi (3)ga yuboriladi, yuvilgan kvars qumi taminlagich orqali barabanli quritgich (5)ga yuborilib quritiladi va taminlagich orqali magnit (8) dan o‘tqazilgan holda bunker (9)da yeg‘iladi, xomashyoni saqlash bunkeridan kerakli miqdorda o‘lchab olish uchun dozator (10) ga yuborilib tortib olingan kvars qumi tarelkasimon aralashtirgich (11) ga yuboriladi.

Gilli slanetsi bunker (1) dan taminlagich orqali jag‘li maydalagich (4) ga uzatiladi, dag‘al maydalangan slanets nafis maydalash uchun bolg‘ali maydalagich (6) ga yuboriladi, kerakli darajada maydalangandan so‘ng xomashyoni saqlash bunker (9) ga yeg‘iladi va belgilangan og‘irlikni o‘lchash uchun dozator (10) orqali tortib olinib tarelkasimon aralashtirgich (11) ga yuboriladi.

Soda, bor kislotasi, potash, titan dioksid, ammoniy digidrofosfat korxonaga tayyor holda keltirilganligi sababidan xomashyoni bunker (1) dan taminlagich (2) orqali vibratsion elak (7) dan o‘tkazilib, xomashyoni saqlash bunker (9) ga uzatiladi va kerakli miqdorda tortib olish uchun taminlagich (2) orqali dozator (10) ga uzatiladi, kerakli miqdorda o‘lchab olingan xomashyolar tarelkasimon aralashtirgich (11) ga yuboriladi.

Dozalanib aralashtirgichga yegilgan xomashyolar changishini oldini olish maqsadida 2% miqdorda suv qo‘shgan xolda aralashtirilib shisha omixtasi olinadi. Tayyor xolga kelgan omixta elevator (12) orqali vannali pech (13)ga yuboriladi. Tayyor bo‘lgan shisha massasini granula holatiga keltirish uchun suvli vanna (14) ga quyiladi. Granula xolatida olingan shisha frittasiga gil tuproq qo‘shilib maydalab shliker xolida emal qoplamasi olish uchun sharli tegirmon (15) ga yuboriladi, shliker xolatida namligi 35-38% bilan olingan emal qoplamasiga gruntlangan metall botirib olish bilan emallanadi (16), so‘ngra quritilib (17) $820\text{--}830 \text{ }^\circ\text{C}$ da kuydirish uchun elektr pechi (18)ga yuboriladi. Tayyor bo‘lgan mahsulot ombor (19) ga yuboriladi.

Ushbu ishlab chiqilgan shisha pishirish rejimi “GOLDFIBER PRO” QK laboratoriyasida sinovdan o‘tkazildi (“GOLDFIBER PRO” QKning 07.06.2024 yildagi dalolatnomasi), natijada sirt emal qoplamalari ishlab chiqarish uchun fritta olishga erishildi.



9–rasm. Emal qoplamasi olishning prinsipial sxemasi

1 – xomashyo bunkeri, 2 – taʼminlagich, 3 – kvars qumini yuvish, 4 – jagʻli maydalagich, 5 – barabanli quritgich, 6 – bolgʻali maydalagich, 7 – vibratsion elak, 8 – magnit separator, 9 – xomashyoni saqlash bunkeri, 10 – tarozi, 11 – tarelkasimon aralashtirgich, 12 – elevator, 13 – hovuzli humdon, 14 – granulyator, 15 – sharli tegirmon, 16 – purkagich, 17 – quritgich, 18 – elektr humdon, 19 – tayyor mahsulot ombori.

Yiliga 1000 tonna grunt ishlab chiqarishdan olinadigan hisoblangan iqtisodiy samara yiliga 14 milliard soʻmni tashkil etadi.

Yiliga 1000 tonna emal ishlab chiqarishdan olinadigan iqtisodiy samara yiliga 15 milliard soʻmni tashkil etadi.

XULOSALAR

1. $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--B}_2\text{O}_3\text{--NiO--Cu}_2\text{O--Co}_2\text{O}_3$ tizimida shisha hosil boʻlish chegarasi oʻrganildi. Tahlillar sintez qilingan shishalarning asosiy komponentlar miqdori quyidagi oraliqlarda %: SiO_2 : 41–54, Al_2O_3 : 4–8, Na_2O : 18–27, K_2O : 0.5–2, CaO : 5–10, B_2O_3 : 8–18, CoO : 0.1–0.8, NiO : 0,4–1, Cu_2O : 0,4–0,9 ekanligi aniqlandi.
2. $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--B}_2\text{O}_3\text{--NiO--Cu}_2\text{O--Co}_2\text{O}_3$ tizimida bor oksidi miqdorini oshib borishi ketma ketligida grunt qoplamasining yoyiluvchanlik qobiliyatining ortishi va sirt tarangligining kamayishiga taʼsiri oʻrganildi.
3. $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--NiO--B}_2\text{O}_3\text{--Co}_2\text{O}_3\text{--Cu}_2\text{O}$ tizimida shisha hosil boʻlish shartlari aniqlanib, grunt qoplamasining fizik – kimyoviy xususiyatlarining shisha omixtasi tarkibidagi komponentlarga bogʻliqligi aniqlandi.

4. $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--B}_2\text{O}_3\text{--NiO--Cu}_2\text{O--Co}_2\text{O}_3$ tizimi asosida mahalliy homashyolar yordamida grunt qoplamasining tarkiblari ishlab chiqildi. Grunt qoplamasi mustahkamlik, yoyiluvchanlik va issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsenti fizik – kimyoviy xususiyatlari bo‘yicha o‘rganilgan tarkiblar GOST R 52569 – 2018 talablariga javob berishi aniqlandi.
5. $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$ tizimida shisha hosil bo‘lish sharoitlari o‘rganildi. Sintez qilingan shishalarning asosiy komponentlar miqdori quyidagi oraliqlarda %: SiO_2 : 39–45, Al_2O_3 : 4–7, Na_2O : 11–16, K_2O : 1–3, B_2O_3 : 14–21, TiO_2 : 12–19., P_2O_5 : 2–3. ekanligi aniqlandi.
6. $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$ tizimi asosida mahalliy homashyolar orqali emal qoplamasining tarkiblari ishlab chiqildi. Emal qoplamasi oqlik, yoyiluvchanlik va issiqlikdan chiziqli kengayish koeffitsenti fizik – kimyoviy xususiyatlari bo‘yicha GOST R 52569 – 2018 talablariga javob berishi aniqlandi.
7. “GOLDFIBER PRO” QK laboratoriyasida optimal tarkiblar asosida shisha fritta olishning tajriba sinovlari o‘tkazildi. Olingan grunt qoplamasining fizik – mexanik ko‘rsatkichlar: (zichligi – 2.63 g/sm^3 , yoyiluvchanligi – 37 mm, IChKK – $115,0 \cdot 10^{-7}, \text{K}^{-1}$, po‘lat yuzasiga yopishish kuchi – 4 ball) ga ega grunt qoplamasi olishga erishildi.
8. “GOLDFIBER PRO” QK laboratoriyasida optimal tarkiblar asosida shisha fritta olishning tajriba sinovlari o‘tkazildi. Olingan emal qoplamasining fizik – mexanik ko‘rsatkichlar: (zichligi – 2.63 g/sm^3 , IChKK – $84,0 \cdot 10^{-7}, \text{K}^{-1}$, kimyoviy turg‘unlik sinfi AA, oqlik ko‘rsatgichi 77%)ga ega emal qoplamasi olishga erishildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

НАИМОВ ШОХРУХ БОТИРЖОН УГЛИ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭМАЛЕЙ ДЛЯ БЫТОВЫХ
ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

02.00.15 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии за № В2024.3.PhD/T4805

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице научного совета по адресу (ik-kitmu.niu.uz) и информационно-образовательном портале "ZiyoNet" (www.ziynet.uz).

Научный руководитель: **Аринова Мастура Хисматовна**
Доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Искендеров Ахмед Макседбаевич**
доктор технических наук, профессор

Талипов Нигматулла Хамидович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: **Ташкентский государственный технический университет им. И.Каримова**

Защита диссертации состоится «19» 11 2024 г. в «9⁰⁰» часов на заседании Научного Совета DSc.03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте (Адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхантахурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871) 244-79-17, e-mail: ikti_info@edu.uz, Административный корпус Ташкентского химико-технологического института, 2 этаж, конференц-зал).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института (зарегистрирован под номером 330). Адрес: (100011, г.Ташкент, Шайхонтахурский район, улица А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20).

Автореферат диссертации разослан «26» 10 2024 года
(Протокол рассылки № 430 за «26» 10 2024 г.).




С.М. Турдиқанов
Председатель Ученого совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор


Х.Н. Кадиров
Секретарь Ученого совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

З.А. Бабаханова
Председательствующий научного семинара при Ученом совете, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации.

В настоящее время получение новых, качественных стеклоэмалевых покрытий без изменения технологических процессов имеет большое практическое значение. Помимо обеспечения легкой очистки, одним из актуальных вопросов является совершенствование технологий получения гигиенически чистых стеклоэмалированных хозяйственных бытовых изделий при хранении готовых и полуфабрикатных пищевых продуктов, предотвращающего развитие бактерий, устойчивого к воздействию агрессивных химических веществ, к коррозии, истиранию, трению и высоким температурам.

В мире проводятся углубленные исследования, направленные на производство эмали, не содержащей фтора, покрытие поверхности металлических изделий стеклоэмалью, а также применение технологий производства стеклоэмалированных хозяйственных бытовых изделий не вступающей в реакцию с воздухом. В связи с этим особое внимание уделено получению экологичного с пониженным количеством фторидов и качественного грунтового покрытия - химически стойкого, с повышенной микротвердостью, ударопрочностью, сцеплением, стойких к истиранию, коррозионностойких, с прочным силикатно-кислородным каркасом, достигаемое повышением количества оксидов алюминия, кремния и титана.

В нашей республике ведется масштабная научно-исследовательская работа по эффективному использованию материальных ресурсов, производству стеклоэмалированных хозяйственных бытовых изделий, расширению вида выпускаемой продукции, улучшению по качеству и увеличению по объему. Стратегия развития нового Узбекистана определяет важные задачи «разработки предложений и комплексных мер, направленных на удовлетворение потребностей внутреннего рынка в соответствующей продукции на основе изучения конъюнктуры рынка важной промышленной продукции»¹. В связи с этим разработка состава высококачественных энергосберегающих, легкоплавких стеклоэмалевых покрытий, совершенствование технологии производства, расширение ассортимента товаров бытового назначения и повышение их качества является актуальным.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит реализации задач, определенных в указах и постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», УП-4992 от 13 февраля 2021 года «Дальнейшее реформирование и финансового оздоровления предприятий химической промышленности, модернизация предприятий металлургической промышленности, расширения ассортимента конкурентоспособной продукции, создание новых запасов сырья, рост импорта на их основе», № УП-99 от 24 января 2022 года «О мерах по созданию эффективной системы развития

¹O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi 2022-yilning 28-yanvardagi PF-60-son farmoni.

производства и расширения промышленной кооперации в республике», ПУ-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышению ее инвестиционной привлекательности», УП-4302 от 1 мая 2019 года «Дальнейшее развитие производственной кооперации и высокого спроса» о мерах по расширению производства продукции» и других нормативных правовых документах, связанных с данной деятельностью.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и техники Республики. Данное исследование соответствует приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан VII. Химическая технология и нанотехнология.

Степень изученности проблемы. Проблемами разработки состава стеклоэмалевых покрытий, совершенствования технологий производства товаров бытового назначения занимались мировые известные ученые, в том числе Росси С., Велес Д., Муньос Дж., Скринци Э., Франческа Р., Массимо С., Пальюка С., Бергамо Л., Калови М., Фауст В., Ляо И., Чжан Б., Фэн М., Абул Хоссейн, Лейла Сами, Хоссейн Сарпулаки, Мирхабиби А., Кен Чен, Фухуи Ван, Шэнлун Чжу, Ясин Бозкурт, Conde A., Dambonerea J., Izgagina D., Yan D., Qian H., Tang F., Deng J., Huang Z., Shirasak M., Shimizu T., Lizawa Y., Fan L., Reis S., Koenigstein M., Quaranta A., Tavella L., Deflorian F., Субботин И., Лазуткина О.Р., Фарафонтова Е.Р., Ворошилова И.Г., Яценко Е.А., Хорошавина В., Веропах В., Зубехин А.Р., Шкуракова Е.А., Микаева А.С., Голеус И.В., Салей А.А., Дерябин А.В., Спиридонов А.Ю., Сарева Е.В., Парциани Н., Занелла К., Юнусов М.Ю., Арипова М.Х., Бабаев З., Матчонов Ш. и др.

Ими были созданы основы для разработки микроструктурированных грунтовочных покрытий с пониженным содержанием фторидов и борного ангидрида, усовершенствовали технологии производства эмалевых покрытий для металлических изделий.

В то же время ведется разработка высококачественных энергосберегающих, легкоплавких стеклоэмалевых покрытий из доступного и дешевого сырья, гигиеничных при хранении пищевых продуктов, предотвращающих рост бактерий, устойчивых к воздействию агрессивных химических веществ, коррозии, истиранию, и проводятся научные исследования по совершенствованию технологий получения жаростойких, инертных стеклоэмалированных хозяйственных бытовых изделий.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательской работ образовательного учреждения, где выполняется диссертация.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом НИР Ташкентского химико-технологического института в рамках практического проекта ПЗ-2017092150 «Мокрое обогащение кварцевого песка» (2021-2023 годы).

Цель исследования - разработка технологии получения эмалевых покрытий для хозяйственных бытовых изделий.

Задачи исследования:

изучение условий образования грунтового покрытия в системе $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--B}_2\text{O}_3\text{--NiO--Co}_2\text{O}_3\text{--Cu}_2\text{O}$;

изучение условий образования эмалевого покрытия в системе $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2$;

разработка оптимального состава грунтовых и эмалевых покрытий на основе местного сырья;

разработка технологических параметров получения грунтового покрытия с заданными физико-техническими свойствами для хозяйственно-бытовых изделий;

разработка технологических параметров получения эмалевых покрытий с заданными физико-техническими свойствами для хозяйственно-бытовых изделий.

Объекты исследования: кварцевые пески, сода, микрокальцит, глинистые сланцы, полученные грунтовые и покровные эмали.

Предмет исследования – технологии получения эмалевого покрытия для металлических поверхностей и его свойства.

Методы исследования: использованы рентгенофлуоресцентные, рентгенофазовые, ИК и УФ спектроскопические, электронно-микроскопические методы физико-химического и структурного анализа природного сырья, грунтовых и эмалевых покрытий.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые определена область стеклообразования в системе $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--B}_2\text{O}_3\text{--NiO--Co}_2\text{O}_3\text{--Cu}_2\text{O}$, ограниченная следующими концентрациями, мас. %: 40–55 SiO_2 , 3–9 Al_2O_3 , 15–30 Na_2O , 4–10 CaO , 0,5–3,0 K_2O , 0,4–1,0 NiO , 0,1 – 0,8 Co_2O_3 , 0,4 – 0,9 Cu_2O ;

в системе $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--B}_2\text{O}_3\text{--NiO--Co}_2\text{O}_3\text{--Cu}_2\text{O}$ синтезировано грунтовочное покрытие с растекаемостью 30-61 мм, коэффициентом термического линейного расширения $114\text{--}136 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, прочностью сцепления со стальной поверхностью 1–4,5 балл;

доказано, что оксиды Co_2O_3 и Cu_2O в соотношении 1:2 обладают высокой адгезионной способностью на металлической поверхности грунтового покрытия;

впервые определена область стеклообразования в системе $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$, а также установлено образование кристаллов рутила и анатаза путем введения диоксида титана;

определены оптимальные параметры синтеза эмалевого покрытия со следующими показателями, растекаемость 35–43 мм, коэффициент термического линейного расширения $81\text{--}89 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, химическая стойкость в пределах классов АА - А, уровень белизны по TiO_2 (координационное число 4+ или 6+) 77 %;

Разработана технология получения грунтовых и эмалевых покрытий на основе местного сырья для хозяйственно бытовых изделий.

Практические результаты исследования следующие:

разработан состав грунтового покрытия для хозяйственно-бытовых изделий на основе системы $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--NiO--B}_2\text{O}_3\text{--Co}_2\text{O}_3\text{--Cu}_2\text{O}$;

разработан состав эмалевого покрытия для хозяйственно-бытовых изделий на основе системы $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$;

определены оптимальные параметры грунтовой и покровной эмали для бытовых изделий;

разработана технология получения грунтовой и покровной эмали для хозяйственно-бытовых изделий.

Достоверность результатов исследования подтверждаются большим объемом проведенных экспериментов, совместимостью результатов, полученных с использованием комплекса современных методов исследования, а также апробацией результатов исследований в промышленных условиях.

Научно и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что обоснована область стеклообразования для грунта в системе $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--B}_2\text{O}_3\text{--NiO--Co}_2\text{O}_3\text{--Cu}_2\text{O}$, а для эмали в системе $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$ и получение грунтовой и покровной эмали для бытовых изделий на стальной основе.

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработке состава и технологии импортозамещающих грунтовых и эмалевых покрытий, устойчивых к коррозии, истиранию и обладающих высокими физико-химическими свойствами, на основе кварцевого песка месторождения «Ойнакум», джерданакского сланца и микрокальцита.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения эмалевого покрытия для хозяйственно-бытовых изделий на основе местного сырья:

состав и технология производства грунтовых покрытий на основе местного сырья апробированы в производстве на совместном предприятии «GOLDFIBER PRO» (справка 04/13-2254 от 12 августа 2024 года «Ассоциации предприятий промышленности строительных материалов Узбекистана»). В результате, выявлена возможность производства текучих и прочных, устойчивых к механическим воздействиям грунтовых покрытий;

технология производства эмалевых покрытий для хозяйственно-бытовых изделий апробирована в производстве на совместном предприятии «GOLDFIBER PRO» (справка 04/13-2254 от 12 августа 2024 года «Ассоциации предприятий промышленности строительных материалов Узбекистана»). В результате выявлена возможность производства глянцевых и блестящих эмалевых покрытий с растекаемостью 35–43 мм, коэффициентом термического линейного расширения $81\text{--}89 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, химической стойкостью класса АА.

Апробация результатов исследования. Основные результаты научного исследования обсуждались в виде докладов на 4 международных и 2 республиканской научно-технических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 10 научных работ, из которых 1 в зарубежном журнале, 3 в республиканских журналах, рекомендованных ВАК РУз.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 133 страницах, включает 29 таблиц и 20 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность исследования и его ответ на запросы современности, его цели и задачи, описываются его объект и предмет, отмечается соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники республики. Показаны научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта научная и его практическая значимость, даны сведения о внедрении результатов исследования в соответствии со структурой опубликованных работ и диссертации.

В первой главе диссертации работы **“Анализ литературы. Современное состояние эмалевых покрытий для хозяйственно-бытовых изделий”**, анализируются различные методы производства грунтовой и покровной эмалей, сырьевая база и технологии производства покрытий, роль покрытий с точки зрения необходимости и защиты стальных изделий от коррозии, тенденции применения грунтовых и эмалевых покрытий в мире. Выявлены возможности использования богатой сырьевой базы Узбекистана для получения грунтовых и эмалевых покрытий, обладающих необходимыми физико-механическими и эстетическими свойствами. Исходя из этого формулируются цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертационной работы под названием **“Методы исследования”** представлены рентгенографические, микроскопические, ИК-спектроскопические методы анализа физико-химических свойств отобранного исходного местного природного сырья и готовой продукции. Приведены методы проверки свойств эмалевых покрытий на основе требований технических характеристик.

Третья глава диссертации под названием **“Разработка состава стекла для грунтовых покрытий, изучение свойств и структуры”** содержит материалы по определению состава грунтового покрытия, синтезу стеклофритты на основе местного сырья, изучению свойств и структуры синтезированной фритты.

Синтез составов грунтового покрытия на основе стекол, полученных в системе $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-NiO-Co}_2\text{O}_3\text{-Cu}_2\text{O}$. Одним из основных требований к грунтовой покрытию, применяемому для стальных изделий, является высокая прочность, растекаемость и коэффициент термического линейного расширения. Получение грунтового покрытия с указанными выше характеристиками будет зависеть от составов, которые будут построены на основе выбранной выше системы. Сцепления между металлом и грунтом можно обеспечить за счет оксидов NiO, Co_2O_3 и Cu_2O , которые входят в состав стекла. Установлено, что необходимого результата можно добиться, добавив в состав шихты оксид бора.

На основании приведенных данных была выбрана система $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-NiO-Co}_2\text{O}_3\text{-Cu}_2\text{O}$ для определения составов стекла с требуемыми технологическими и эксплуатационными характеристиками. На

основе этой системы было составлено и синтезировано 30 составов для получения грунтового покрытия, отвечающего требованиям ГОСТ. Были изучены физико-химические свойства синтезированных образцов стекольной фритты и определен предел содержания оксидов для получения грунтового покрытия, мас. %: 41–54 SiO₂, 4–8 Al₂O₃, 18–27 Na₂O, 0,5–2 K₂O, 5–10 CaO, 8–18 B₂O₃, 0,1–0,8 Co₂O₃, 0,4–1 NiO, 0,4–0,9 Cu₂O. Составы стекольных фритт этой области обеспечивают достаточную прочность сцепления (4–5 балл), необходимый ТКЛР (105–125•10⁻⁷ К⁻¹) и растекаемость на поверхности металла (25 – 60 мм).

Синтез составов грунтового покрытия с использованием местного сырья в системе SiO₂–Al₂O₃–Na₂O–K₂O–CaO–B₂O₃–NiO–Co₂O₃–Cu₂O. Местное сырье было отобрано с целью обеспечения предела вышеуказанных определяемых составов. В качестве сырья были выбраны кварцевый песок месторождения Ойнакум, глинистый сланец месторождения Джерданак, которые послужили источником SiO₂, Al₂O₃, K₂O в необходимом количестве и микрокальцит кашкадарьинский в качестве источника CaO.

Химический состав компонентов стекольной шихты представлен в таблице 1

Таблица 1

Химический состав сырья

Сырье	Количество оксидов, (масс.%)											
	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	MgO	NiO	Co ₂ O ₃	Cu ₂ O	Fe ₂ O ₃	П.п.п.
Кварцевый песок	92,5	–	1,03	0,271	3,51	–	0,04	–	–	–	0,087	–
Микрокальцит	0,31	–	0,034	53,40	0,23	–	5,03	–	–	–	0,06	40,94
Глинистый сланец	49,6	–	4,44	0,184	38,3	–	–	–	–	–	0,682	5,694
Сода	Na ₂ CO ₃ 99,11	NaCl 0,35	Na ₂ SO ₄ 0,04	–	–	–	–	–	–	–	0,003	–
Борная кислота	H ₃ BO ₃ 99,9	Cl ⁻ 0,001	SO ₄ 0,005	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Оксид никеля	–	–	–	–	–	–	–	99,0	–	–	–	1,0
Оксид кобальта	–	–	–	–	–	–	–	–	99,0	–	–	1,0
Оксид меди	–	–	–	–	–	–	–	–	–	99,0	–	1,0

Составы грунтового эмали были получены путем добавления необходимых наполнителей в синтезированные фритты. Это было сделано следующим образом: полученную фритту измельчали до прохождения через сито 008 и добавляли кварцевый песок, глину, воду. Подобранный состав шликера для грунта следующий: фритта – 100%; глина – 6%; кварцевый песок – 15%; дистиллированная вода – 40%. Покрытые грунтовой эмалью образцы стали сушили в печи при температуре 100 °С в течение 15 минут и подвергали термической обработке в электрической печи при температуре 840 - 870°С с выдержкой 3 минуты.

Изучение физико-химических свойств грунтовой эмали полученной на основе системы SiO₂–Al₂O₃–Na₂O–K₂O–CaO–B₂O₃–NiO–Co₂O₃–Cu₂O. Изучены физико-химические свойства синтезированных составов, выбраны

оптимальные составы (табл. 2), полностью отвечающие нормативным требованиям, и сопоставлены с зарубежными аналогами по таким свойствам грунтового покрытия, как растекаемость, прочность сцепления со стальной поверхностью и термический коэффициент линейного расширения (табл. 3).

Таблица 2

Оптимальные составы грунтового покрытия

Индекс состава	Растекаемость, мм	Прочность сцепления со стальной поверхностью	КТЛР, 10^{-7} , K^{-1}
№11	37,0	4,5	120,2
№12	47,0	4	124,2
№13	37,0	4	115,5
№14	45,5	4,5	126,0

Таблица 3

Сравнение оптимального состава с зарубежными аналогами

Индекс состава	Растекаемость, мм	Прочность сцепления со стальной поверхностью	КТЛР, 10^{-7} , K^{-1}
№11	37,0	4,5	120,2
№12	47,0	4	124,2
№13	37,0	4	115,5
№14	45,5	4,5	126,0
ФГТ2С-3313 (Россия)	37,0	4,0	105,0
GR – 2252 (Турция)	56,0	4,0	125,0
ГОСТ 52569-2018	15 – 70	4,0 – 5,0	90 – 125

Из данных, представленных в таблице 3 видно, что разработанные оптимальные составы соответствуют нормативным требованиям, предъявляемым к грунтовым эмалям.

Исследование структуры грунтовой эмали на основе системы $SiO_2-Al_2O_3-Na_2O-K_2O-CaO-B_2O_3-NiO-Co_2O_3-Cu_2O$. В ходе исследований ИК спектров изучались химические связи, образующиеся в грунтовых покрытиях. Во всех спектрах грунтов присутствуют четыре основные группы полос поглощения, расположенные в области 250-500, 700-1250, 1250-1600 и 2000-4000 cm^{-1} . Различия в спектрах являются следствием различия в составах материалов. Наиболее существенное влияние оказывает изменение количества бора.

Широкая полоса 800-1250 cm^{-1} свидетельствует о присутствии структурных группировок кремния, таких как Si-O-Si и островных групп SiO_4 . В эту же область попадают колебания четырехкоординированного бора. Полоса в области 1400-1500 cm^{-1} отнесена к наличию кальциевого силиката. Колебания BO_3 накладываются в этой области, что отражается в расширении этой полосы с увеличением количества бора в составе стекол. Полосы в области 500-400 cm^{-1} свидетельствуют о наличии связанных группировок

кремния и фосфора. Интенсивность полосы резко возрастает с увеличением содержания фосфора для состава 5. В области 400-280 см^{-1} обнаруживаются полосы XO_6 ($\text{X} = \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Ni}, \text{Co}$).

На рисунке 1 представлена граница грунтового покрытия, которая демонстрирует проникновение покрытия в металл и равномерное распределение $\text{Co}, \text{Ni}, \text{Cu}$.

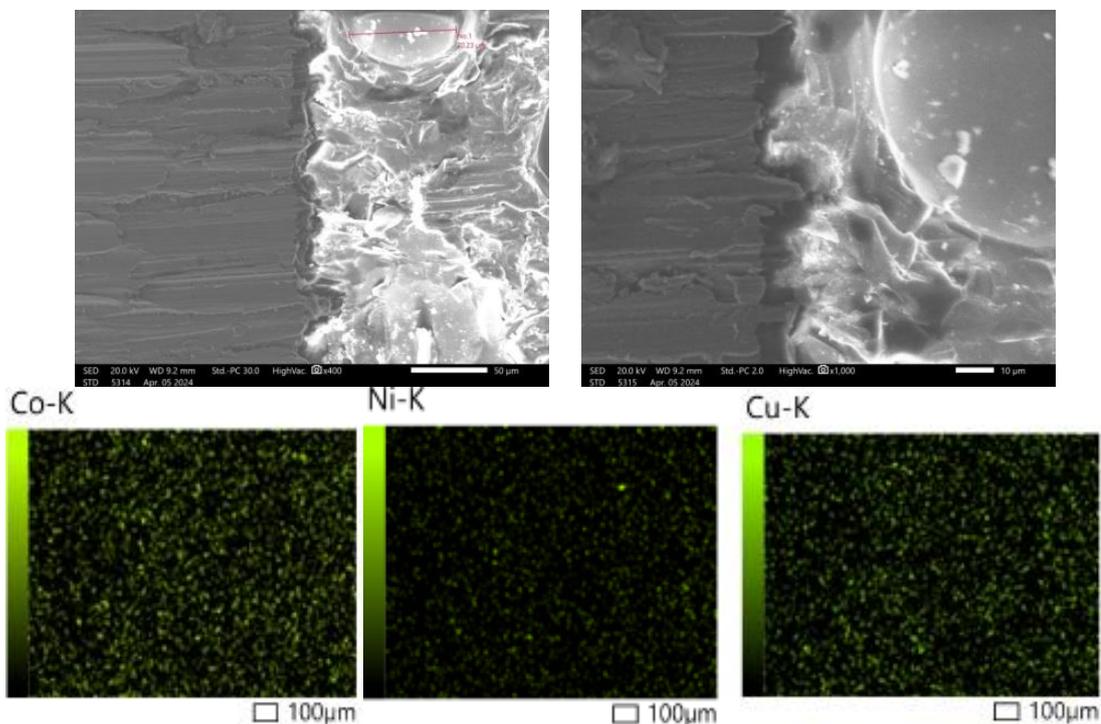


Рисунок 1. Электронно-микроскопический снимок, элементное распределение в грунтовом покрытии.

Четвертая глава диссертации под названием “Разработка состава, свойств и структуры покровной эмали” содержит материалы по синтезу композиций покровной эмали на основе стекол, полученных в системе $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$, определению пределов состава покровной эмали, синтезу стеклофритты на основе местного сырья, а также изучению свойств и структуры синтезированной фритты и покровной эмали.

Среди основных требований к эмалированному покрытию — химическая устойчивость, растекаемость и термический коэффициент линейного расширения. Эмалевое покрытие с вышеуказанными характеристиками зависит от свойств составов, полученных в выбранной системе.

На основе системы $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$ синтезировано 30 составов для получения покровной эмали, соответствующей нормативным требованиям. Изучены свойства полученных образцов фритт и определен предел содержания оксидов, обеспечивающих получение стекол.

Установлено, что оптимальное количество оксидов в синтезируемых стеклах находится в следующих концентрационных пределах, мас. %: 39–45 SiO_2 , 4–7 Al_2O_3 , 11–16 Na_2O , 1.5–3 K_2O , 14–21 B_2O_3 , 12–19 TiO_2 , 2–3 P_2O_5 .

Синтез эмалевых покрытий с использованием местного сырья на основе системы $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--P}_2\text{O}_5\text{--TiO}_2$.

Химический состав выбранного природного сырья и реактивов представлен в таблице 4.

Таблица 4

Химический состав сырья

Сырье	Количество оксидов, %масс								
	SiO_2	Na_2O	K_2O	CaO	Al_2O_3	B_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	р.р.р
Кварцевый песок	92,5	–	1,03	0,271	3,51	–	0,04	0,087	-
Глинистый сланец	49,6	–	4,44	0,184	38,3	–	–	0,682	5,694
Оксид титана	–	–	–	–	–	–	99,0	–	1,0
Сода	Na_2CO_3 99,11	NaCl 0,35	Na_2SO_4 0,04	–	–	–	–	–	–
Борная кислота	H_3BO_3 99,9	Cl^- 0,001	SO_4 0,005	–	–	–	–	–	–
$(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$	$(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$ 99,5	Нерастворим в воде 0,005	SO_4^- 0,005	Cl^- 0,0005	–	–	–	–	–
Поташ	K_2CO_3 98,0	Na_2CO_3 0,6	Al_2O_3 0,25	K_2SO_4 0,4	–	–	–	–	43,44

Для получения эмалевых покрытий на основе местного сырья необходимо обеспечить такие свойства, как высокая белизна, необходимый термический коэффициент линейного расширения, коррозионная стойкость, стойкость к химическому воздействию, глянецвитость, стойкость к царапанию и истиранию под воздействием внешней среды. Различные составы, для получения эмалевого покрытия, содержащего диоксид титана представлены в таблице 5.

Таблица 5

Химический состав фритты, полученной на основе системы $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$

Индекс состава	Количество оксидов, %масс								
	SiO_2	Al_2O_3	Na_2O	K_2O	CaO	TiO_2	P_2O_5	Fe_2O_3	B_2O_3
№1001	42,4	4,54	14,0	2,29	0,07	17,3	2,30	0,06	16,4
№1002	42,1	4,20	13,0	2,06	0,08	18,2	1,9	0,07	18,4
№1003	41,8	4,67	13,6	2,41	0,08	17,9	2,07	0,05	17,4
№1004	43,0	4,45	13,4	2,32	0,08	15,6	2,11	0,06	19,0
№1005	41,7	4,98	13,3	2,35	0,09	18,6	2,04	0,06	16,1
№1006	41,6	4,7	13,9	2,38	0,08	16,1	2,20	0,06	18,1
№1007	42,9	4,91	14,2	2,54	0,07	15,1	2,4	0,06	17,95
№1008	42,6	4,75	14,0	2,41	0,08	17,2	2,15	0,05	16,76
№1009	44,0	4,90	13,6	2,29	0,09	14,7	2,35	0,06	18,0
№1010	43,9	4,18	13,2	2,21	0,06	16,8	2,29	0,07	17,29

Исследование физико-химических свойств покровной эмали, полученной на основе системы $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$.

Составы покровной эмали были получены путем добавления необходимых наполнителей в синтезированные фритты. Это было сделано следующим образом: полученную фритту измельчали до прохождения через сито 008 и

добавляли глину, воду. Подобранный состав шликера для покровной эмали следующий: фритта – 100%; глина – 6%; кварцевый песок – 15%; дистиллированная вода – 40%. Покрытые покровной эмалью загрунтованные образцы стали сушили в печи при температуре 100 °С в течение 15 минут и подвергали термической обработке в электрической печи при температуре 820 – 840°С с выдержкой 5 минут.

Изучены физико-химические свойства составов покровной эмали, выбраны оптимальные составы, полностью соответствующие нормативным требованиям, и проведено сравнение с зарубежными аналогами по таким свойствам, как растекаемость эмалевого покрытия, прочность сцепления со стальной поверхностью и термический коэффициент линейного расширения (табл. б).

Таблица б

Сравнение аналогов с оптимальными составами

Индекс содержания	Растекаемость, мм	Химическая стойкость	КТЛР, 10^{-7} K^{-1}
1007	36,0	АА	85,8
1010	43,0	АА	81,9
1012	39,0	АА	87,7
ФПвБС – 400(Россия)	44,0	АА	92,2
В 3772 (Турция)	38,0	АА	103,2
ГОСТ 52569 – 2018	30 – 75	АА	80 – 130

Исследование структуры эмалевого покрытия в системе $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2$. ИК спектры некоторых образцов эмалевого фритты представлены на рисунке 2.

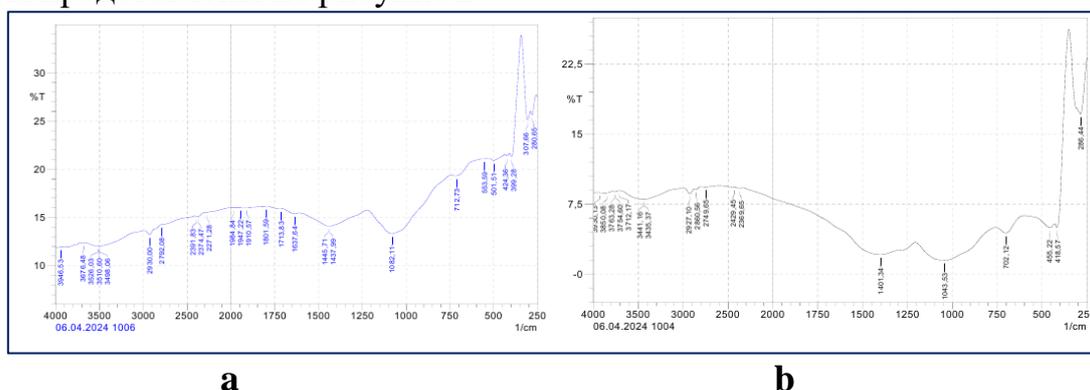


Рисунок 2. ИК спектров образцов эмалевого фритты: а – №1005; б – №1006.

ИК спектры эмалевых фритт характеризуются следующими полосами поглощения: 501,51 cm^{-1} и 553,59 cm^{-1} относятся к группе $[\text{TiO}_6]$, 712,73 cm^{-1} и 702,12 cm^{-1} относятся к группе $[\text{TiO}_4]$, 1043,53 cm^{-1} , относящаяся к группе Si–O–Si, свидетельствует о присутствии слоистой структуры (группы типа дисиликата), 1082,11 cm^{-1} характерна каркасной структуре, 1401,34 cm^{-1} , 1437,99 cm^{-1} и 1445,71 cm^{-1} соответствуют $[\text{BO}_3]$ группе.

Как видно из приведенных данных в стекле одновременно присутствуют четырех и шести координированный оксид титана.

Эмалевое покрытие не только предотвращает коррозию предметов, но также имеет декоративный эффект, чаще всего связанный с уровнем белизны эмалевого покрытия, который является главным фактором эстетичности и привлекательности изделий. Для определения уровня белизны по значению отражательной способности проводились испытания на приборе УФ-2600. Отражательная способность эмалевого покрытия некоторых образцов представлена на рисунке 3.

Коэффициент отражения композиции №1002 достигает максимума при 80,532% при длине волны 810 нм и снижается до 78,254% при длине волны 659,5 нм.

Коэффициент отражения достигал максимума около 78,319% при длине волны 809 нм для композиции №1003 и снижался до 74,210% при длине волны 646 нм.

В результате исследований установлено, что значение отражательной способности покровной эмали находится в пределах 69-81%. Наилучшей отражательной способностью обладает состав № 1002.

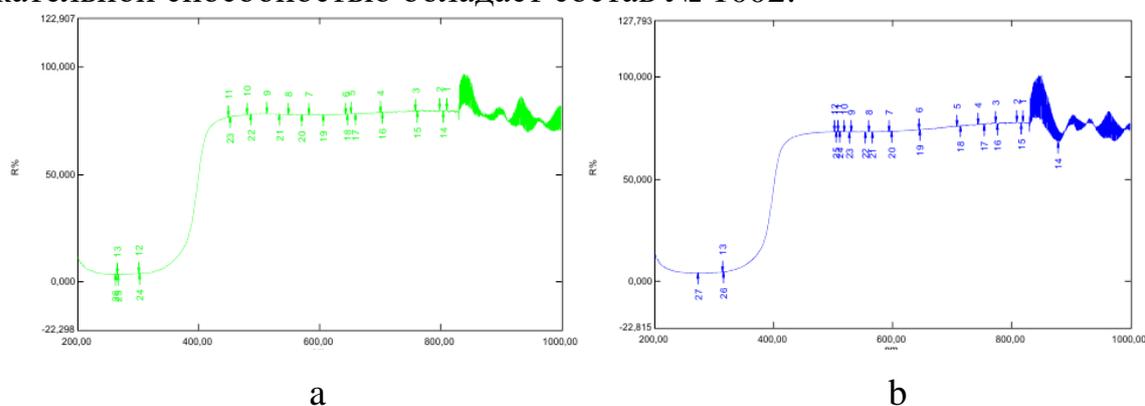


Рисунок 3. Отражательная способность эмалевого покрытия образцов: а – №1002; б – №1003.

Разработанные составы покровной эмали по своим физико-химическим свойствам удовлетворяют нормативным требованиям, предъявляемым покровным эмалям по ГОСТ 24788-2018 Посуда хозяйственная стальная эмалированная соответствовать общим техническим условиям.

Результат фазового анализа образца №1004 представлен на рисунке 4.

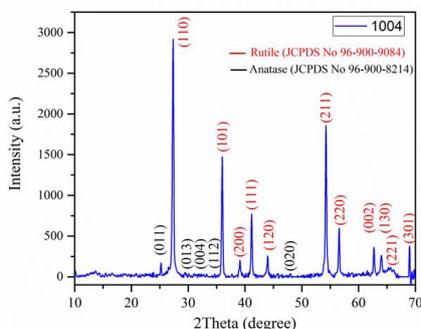


Рисунок 4. Дифрактограмма покровной эмали состава №1004.

На рисунке 4 представлена дифрактограмма образца покровной эмали, полученной при температуре 830 °С. По результатам рентгенофазового

анализа образец 1004 состоит из кристаллической и аморфной фаз, причем кристаллическая фаза состоит из 92,2% рутила и 7,8% анатаза.

На рис. 5 представлена дифрактограмма образца, полученного при температуре 830 °С. По результатам рентгенофазового анализа образец №1005 состоит из кристаллической и аморфной фазы, причем кристаллическая фаза состоит только из рутила, а фаза анатаза не зафиксирована. Отмечено увеличение интенсивности пиков, соответствующих разновидности TiO_2 - рутила. Высокая интенсивность пиков рутила обусловлена ростом компонента TiO_2 .

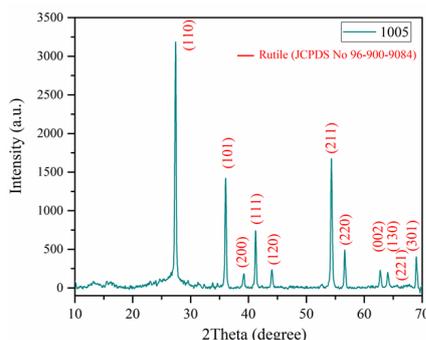


Рисунок 5. Дифрактограмма покровной эмали состава №1005.

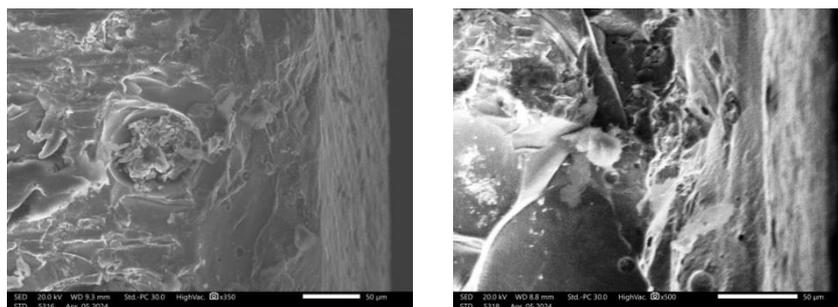
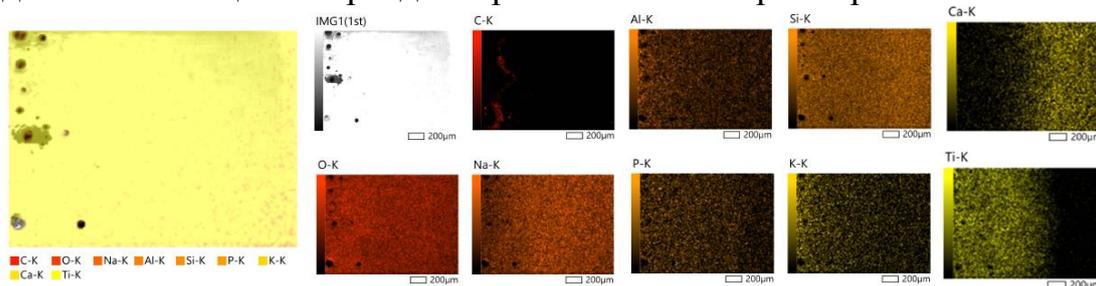
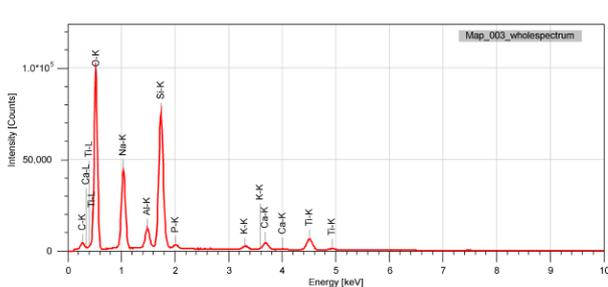


Рисунок 6. СЭМ-изображение грунтовой и покровной эмали состава: а – №1004; б – № 1005.

На рисунке 6 можно видеть границу сцепления грунтового и эмалевого покрытий. Видно, что адгезия между грунтовкой и эмалью хорошая, слои показывают взаимное проникновение. Изображения на рисунке показывают преобладающее содержание кристаллической фазы в грунтовой эмали по сравнению с покровной эмалью. В обоих образцах присутствуют сто бчатые кристаллы рутила, а в образце состава № 1004 видны пирамидальные кристаллы анатаза.

На рисунке 4.7 мы можем видеть границу связи «грунт-эмаль» и то, как формируется связь «грунт-эмаль». Химический анализ границы грунт-эмаль проводился с помощью энергодисперсионного спектрометра.





Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	9.56±0.04	14.85±0.05
O	K	48.10±0.06	56.11±0.07
Na	K	15.31±0.04	12.43±0.03
Al	K	2.70±0.01	1.87±0.01
Si	K	17.87±0.03	11.87±0.02
P	K	0.80±0.01	0.48±0.01
K	K	0.72±0.01	0.35±0.00
Ca	K	1.54±0.01	0.72±0.01
Ti	K	3.39±0.02	1.32±0.01
Total		100.00	100.00

Рисунок 7. ЭДС-анализ границы грунтовки и эмалевого покрытия.

Анализ показал наличие элементов, входящих в состав эмали. Из представленного рисунка видно, что кремний распределен равномерно в грунтовой и покровной эмали, Алюминий сосредоточен в области покровной эмали, также как фосфор, калий и титан, а концентрация кальция превалирует в области покровной эмали.

В пятой главе диссертации под названием **“Разработка технологии получения эмали”** представлены работы по получению грунтовых и эмалевых покрытий. Описаны процессы от обогащения сырья до поступления готовой продукции на склад.

Разработка технологической схемы получения грунтовой эмали. Производство грунтовой эмали осуществляется по следующей схеме: *обработка сырья и подготовка шихты → варка стекла → получение фритты → получение грунтовой эмали.* Технологическая схема производства грунтовой эмали представлена на рисунке 8.

Кварцевый песок подается из бункера (1) в вибросито (5) через питатель (2), а просеянный кварцевый песок через сито (2) подается в бункер хранения сырья (6), а Из бункера хранения сырья собирается необходимое количество сырья. Добытый кварцевый песок поступает в дозатор (7) на экстракцию и направляется в тарельчатый смеситель (8).

Глинистый сланец из бункера (1) поступает в щековую дробилку (3), крупный сланец направляется в молотковую дробилку (4) для тонкого измельчения и после измельчения до необходимого уровня подается на сырье. Материал бункера-накопителя (6) и указанный ОГ для отмеривания его массы протягивают через дозатор (7) и направляют в тарельчатый смеситель (8).

В связи с тем, что оксиды микрокальцита, соды, борной кислоты, кобальта, никеля и меди поступают на предприятие в готовом виде, они пропускают через вибросито из сырьевого бункера (1) через питатель (2), переносят в бункер хранения сырья (6) и питатель для отбора необходимого количества (2) поступает в дозатор (7), отмеренное в необходимом количестве сырье поступает в пластинчатый смеситель (8).

Во избежание пыления подаваемого в смеситель сырья стекломассу смешивают с 2% воды. Готовая смесь через элеватор (9) направляется в печь (10). Полученный расплав из печи поступает в бассейн (11) для грануляции. Полученные гранулы, кварцевой песок и глинистый сланец поступают в шаровую мельницу (12) для тонкого измельчения и получения шликера с влажностью 35-38%. Полученный шликер грунтовой эмали направляется на грунтование металлических изделий методом окунания (13), после чего

изделия сушатся (14) и обжигаются при температуре 860–880 °С в электрической печи (15). Готовые изделия направляются на эмалирование (16).



Рисунок 8. Принципиальная технологическая система получения грунтового покрытия:

1 – бункер для сырья, 2 – питатель, 3 – щековая дробилка, 4 – молотковая дробилка, 5 – вибросито, 6 – бункер для хранения сырья, 7 – весы, 8 – тарельчатый смеситель, 9 – элеватор, 10 – ванная печь, 11 - гранулятор, 12 - шаровая мельница, 13 - но кунания грунт на металле, 14 - сушилка, 15 - электрическая печь.

Разработанный режим обжига стекла был опробован в лаборатории СП «GOLDFIBER PRO» (акт СП « GOLDFIBER PRO » от 06.2024 г.), в результате чего удалось получить фритту для производства грунтовочных покрытий. Цвет полученной фритты темно-синий, плотность - 2,63 г/см³, растекаемость - 37 мм, КТЛР - $115,5 \cdot 10^{-7} \text{K}^{-1}$, прочность сцепления со стальной поверхностью - 4 балла, ГОСТ Р Установлено, что она соответствует требованиям требования 52569 – 2018.

Разработка технологической системы получения покровной эмали. Производство эмалевого покрытия осуществляется по следующей схеме: подготовка шихты → обжиг стекла → получение фритты путем заливки стекла на водяную бассейн → получение эмалевого покрытия путем добавления во фритту необходимых добавок → поверхностная эмаль на Нанесение грунтованного стального образца → сушка → обжиг.

Технологическая схема производства эмалевых покрытий представлена на рисунке 9.

Кварцевый песок подается из склада сырья (1) в моечную машину (3) по конвейеру (2). Промытый кварцевый песок транспортером подается в барабанную сушилку (5) и через магнитный сепаратор (8) передается в бункер хранения (9) и далее в дозатор (10). Расчетное количество кварцевого песка из дозатора (10) направляется в тарельчатый смеситель (11).

Глинистый сланец из бункера (1) крупный сланец поступает в щековую дробилку (4), для тонкого измельчения направляется в молотковую дробилку (6) и после измельчения подается в бункер хранения (9). Избункера хранения через дозатор (10) расчетное количество сырья направляется в тарельчатый смеситель (11).

Сода, борная кислота, поташ, диоксид титана, аммоний дигидрофосфат из склада хранения сырья (1) ленточным конвейером (2) направляются на вибросито (7), и далее поступают в бункер хранения сырья (9). Необходимое количество соответствующего сырья через дозатор (10) направляется в тарельчатый смеситель (11).

Во избежание пыления подаваемого в смеситель сырья стекломассу смешивают с 2% воды. Готовая смесь через элеватор (12) направляется в печь (13). Полученный расплав из печи поступает в бассейн (14) для грануляции. Полученные гранулы и добавка глинистый сланец поступают в шаровую мельницу (15) для тонкого измельчения и получения шликера с влажностью 35-38%. Полученный шликер покровной эмали направляется на эмалирование грунтованных металлических изделий методом окунания (16), после чего изделия сушатся (17) и обжигаются при температуре 820–830 °С в электрической печи (18). Готовые изделия направляются на склад (19).



Рисунок 9. Принципиальная технологическая схема получения эмалированных изделий:

1 – бункер сырья, 2 – питатель, 3 – пескомойка, 4 – щековая дробилка, 5 – барабанная сушилка, 6 – молотковая дробилка, 7 – вибросито, 8 – магнитный сепаратор, 9 – бункер хранения сырья, 10 – дозатор, 11 – тарельчатый смеситель, 12 – элеватор, 13 – ванная печь, 14 – гранулятор, 15 – шаровая мельница, 16 – эмалирование, 17 – сушилка, 18 – электрическая печь, 19 – склад готовой продукции.

В условиях лаборатории СП «ГОЛДФАЙБЕР ПРО» (Акт СП «ГОЛДФАЙБЕР ПРО» от 07.06.2024 г.) были получены стекла и фритта для производства эмалевых покрытий.

Расчетный экономический эффект при производстве 1000 тонн грунтовой эмали в год составит 14 млрд. сум в год.

Расчетный экономический эффект при производстве 1000 тонн покровной эмали в год составит 15 млрд. сум в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследована область стеклообразования в системе $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--NiO--Co}_2\text{O}_3\text{--Cu}_2\text{O}$. Концентрация основных компонентов синтезированных стекол находится в следующем диапазоне, мас. %: 41–54 SiO_2 , 4–8 Al_2O_3 , 18–27 Na_2O , 0,5–2 K_2O , 5–10 CaO , 8–18 B_2O_3 , 0,1–0,8 Co_2O_3 , 0,4–1 NiO , 0,4–0,9 Cu_2O .

2. Определено, что оптимальное количество оксида бора в системе $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--NiO}$ повышающее растекаемость и снижающее поверхностное натяжение находится в интервале 12-16%.

4. На основе системы $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--B}_2\text{O}_3\text{--NiO--Cu}_2\text{O--Co}_2\text{O}_3$ разработан состав грунтового покрытия с использованием местного сырья. Установлено, что исследованные составы соответствуют требованиям ГОСТ Р 52569-2018 по физико-химическим свойствам грунтового покрытия, таким как прочность, растекаемость, термический коэффициент линейного расширения.

5. Изучены область стеклообразования в системе $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$. Концентрация основных компонентов синтезированного стекла находится в следующем диапазоне, мас. %: 39–45 SiO_2 , 4–7 Al_2O_3 , 11–16 Na_2O , 1–3 K_2O , 14–21 B_2O_3 , 12–19 TiO_2 , 2–3 P_2O_5 .

6. На основе системы $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$ разработан состав эмалевого покрытия с использованием местного сырья. Установлено, что эмалевое покрытие соответствует требованиям ГОСТ Р 52569-2018 по физико-химическим свойствам, таким как растекаемость, химическая стойкость и температурный коэффициент линейного расширения.

7. В условиях лаборатории СП “GOLDFIBER PRO” получены стеклофритты на основе местного сырья – кварцевого песка месторождени Ойнакум, микрокальцита кашкадарьинский, сланец джерданакский, кальцинированная сода Конградского завода и грунтовая эмаль на ее основе со следующими физико-техническими характеристиками: плотность – $2,63 \text{ г/см}^3$, растекаемость – 37 мм, ТКЛР – $115,0 \cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$, прочность сцепления со стальной поверхностью – 4 балла.

8. В условиях лаборатории СП “GOLDFIBER PRO” получения стеклофритты на основе местного сырья. Физико-технические характеристики полученной покровной эмали следующие: плотность – $2,63 \text{ г/см}^3$, ТКЛР – $84,0 \cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$, класс химической стойкости АА, отражение – 77%.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES OF
DSC.03/30.12.2019.T.04.01 UNDER TASHKENT INSTITUTE OF CHEMICAL
TECHNOLOGY**

TASHKENT INSTITUTE OF CHEMICAL-TECHNOLOGY

NAIMOV SHOKHRUKH BOTIRJON UGLI

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING ENAMELS FOR
HOUSEHOLD PRODUCTS BASED ON LOCAL RAW MATERIALS**

02.00.15 – Technology of silicate and refractory non-metallic materials

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) THESIS
ON ENGINEERING SCIENCE**

Tashkent – 2024

The topic of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation on engineering sciences was registered by the Supreme Attestation Commission under No. B2024.3.PhD/T4805

The dissertation was completed at the Tashkent Institute of Chemical Technology.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is posted on the web page of the scientific council at (ik-kimyo.nu.uz) and on the information and educational portal "ZiyoNet" (www.ziyo.net).

Scientific adviser: **Aripova Mastura Khikmatovna**
Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents: **Iskanderov Ahmed Maksedbayevich**
doctor of Technical Sciences, Professor

Talipov Nigmatulla Khamidovich
doctor of Technical Sciences, Professor

Leading organization: **Tashkent State Technical University named after I.Karimov**

The defense of the dissertation will take place on «19» 11 2024 at «9⁰⁰» at the meeting of the Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.04.01 at the Tashkent Institute of Chemical Technology. (Address: 100011, Tashkent, Shaykhantokhur district, A. Navoi st., 32. Tel.: (99871) 244-79-20, fax: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz, Administrative building of the Tashkent Institute of Chemical Technology, 2nd floor, conference hall).

The dissertation can be found at the Information and Resource Center of the Tashkent Institute of Chemical Technology (registered under the number 330). Address: (100011, Tashkent, Shaykhontokhur district, A. Navoi street, 32. Tel.: (99871) 244-79-20).

The abstract of the dissertation has been distributed on «26» 10 2024 y.
(Mailing report № 480 on «26» 10 2024 y.).




S.M. Turobjonov
Chairman of the Academic Council on awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor


Kh. I. Kadyrov
Secretary of the Academic Council on awarding
scientific degrees, doctor of technical sciences, professor


Z.A. Babakhanova
Chairmanship of the scientific seminar
under the Academic Council,
Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work: development of technology for producing enamels for household products based on local raw materials.

The object of the research work: quartz sands, soda, microcalcite, shales, ground and enamel coatings obtained.

The scientific novelty of the research is as follows:

for the first time, the glass formation region in the $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--B}_2\text{O}_3\text{--NiO--Co}_2\text{O}_3\text{--Cu}_2\text{O}$ system was determined, limited by the following concentrations, wt.%: 40–55 SiO_2 , 3–9 Al_2O_3 , 15–30 Na_2O , 4–10 CaO , 0.5–3.0 K_2O , 0.4–1.0 NiO , 0.1–0.8 Co_2O_3 , 0.4–0.9 Cu_2O ;

in the $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--CaO--B}_2\text{O}_3\text{--NiO--Co}_2\text{O}_3\text{--Cu}_2\text{O}$ system, a primer coating with a spreadability of 30–61 mm, a coefficient of thermal linear expansion of $114\text{--}136 \cdot 10^{-7} \text{K}^{-1}$, and an adhesion strength to a steel surface of 1–4.5 points was synthesized;

it has been proven that Co_2O_3 and Cu_2O oxides in a ratio of 1:2 have high adhesive capacity on the metal surface of the primer coating;

the glass formation region in the $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2\text{O--K}_2\text{O--B}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--P}_2\text{O}_5$ system has been determined for the first time, and the formation of rutile and anatase crystals by introducing titanium dioxide has been established;

the optimal parameters for the synthesis of the enamel coating have been determined with the following indicators: spreadability 35–43 mm, coefficient of thermal linear expansion $81\text{--}89 \cdot 10^{-7} \text{K}^{-1}$, chemical resistance within classes AA - A, whiteness level for TiO_2 (coordination number 4+ or 6+) 77%;

A technology has been developed for producing primer and enamel coatings based on local raw materials for household products.

Implementation of the research results.

Based on the obtained scientific results on the development of technology for producing enamel coating for household products based on local raw materials:

the composition and technology of production of primer coatings based on local raw materials have been tested in production at the joint venture “GOLDFIBER PRO” (certificate 04/13-2254 dated August 12, 2024 of the “Association of Enterprises of the Building Materials Industry of Uzbekistan”). As a result, the possibility of producing fluid and durable primer coatings resistant to mechanical impacts has been revealed;

the technology of production of enamel coatings for household products has been tested in production at the joint venture “GOLDFIBER PRO” (certificate 04/13-2254 dated August 12, 2024 of the “Association of Enterprises of the Building Materials Industry of Uzbekistan”). As a result, the possibility of producing glossy and shiny enamel coatings with a spread of 35–43 mm, a coefficient of thermal linear expansion of $81\text{--}89 \cdot 10^{-7} \text{K}^{-1}$, and chemical resistance class AA was revealed.

The structure and volume of the dissertation. The content of the dissertation consists of an introduction, five chapters, conclusions, a list of references and applications. The volume of the thesis consists of 133 pages, 29 tables and 20 figures.

E'LON QI LINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Naimov Sh.B., Aripova M.X. Study of the effect of Co_2O_3 and CuO additives on ground enamel obtained in the $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-NiO}$ system //Austrian journal of Technical and Natural Sciences №5-6, 2024.-P (02.00.00 №2).

2. Aripova M.X., Naimov Sh.B. Исследование влияния оксида B_2O_3 на физико-технические свойства грунтованной эмали, полученной на основе местных сырьевых материалов//Kimyo va kimyo texnologiyasi. №1.2024.-С.21-26 (02.00.00 №3).

3. Aripova M.X., Naimov Sh.B. Исследование физико-технических свойств грунтовых эмалей в системе $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-NiO}$ //Kimyo va kimyo texnologiyasi. №1.2023.-С.3-8 (02.00.00 №3).

4. Aripova M.X., Naimov Sh.B., Стеклоэмалевые покрытия для бытовой посуды //O'zbekiston milliy universiteti xabarлари. №3/2.2021.-С.244-247 (02.00.00 №12)

II bo'lim (II часть; II part)

5. Aripova M.X., Naimov Sh.B. Синтез состава грунтовых эмалей для изделий хозяйственно-бытового назначения //Proceedings of the international scientific and technical conference dedicated the “International year glass”, 26-27 May, Tashkent 2022 y.-P33 – 34.

6. Aripova M.X., Naimov Sh.B. Синтез эмалевых покрытий для изделия хозяйственно-бытового назначения //Научная школа-конференция с международным участием для молодых учёных “Функциональные стекла и стеклообразные материалы: Синтез. Структура. Свойства” GlasSPSchool, 3 – 7 2022 Санкт – Петербург.-С 88.

7. Aripova M.X., Naimov Sh.B. Исследование влияния оксида B_2O_3 на физико – технические свойства грунтованной эмали //WOMEN IN STEM INTERNATIONAL FESTIVAL TASHKENT, FEBRUARY 13 – 15, 2024.-P 294.

8. Aripova M.X., Naimov Sh.B., Namozov U.G'. Исследование влияния NiO , Co_2O_3 и Cu_2O на сцепление грунтовых покрытий //“Korpozitsion, korroziyaga qarshi va qurilish materiallarini mahalliy xom ashyolar hamda sanoat chiqindilari asosida olishning innovatsion texnologiyalari”, Jizzax 2024y. 65 – 68 b.

9. Aripova M.X., Naimov Sh.B. Изучение влияния TiO_2 на белизну при получении эмалевого покрытия // International scientific week “Sustainable development and green economy” Tashkent – 2024, P. 32 – 33.

10. Aripova M.Kh., Naimov Sh.B. Study of the influence of oxides in the $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-TiO}_2\text{-K}_2\text{O-B}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5$ system on the dullness of the enamel coating. Issue 8 Part 1. Solution of social problems in management and economy, (31th August, 2024) – Madrid, Spain «AID», 2024. P. 16 – 18.

Avtoreferat “Kimyo va kimyo texnologiyasi” jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Bosishga ruhsat etildi « ____ » _____ 2024 y.
Bichimi $60 \times 84^{1/16}$. Raqamli bosma usuli. Times garniturası.
Shartli bosma tabog‘i: 2,75. Adadi _____. Buyurtma № _____

Guvohnoma reestr № _____
«Toshkent kimyo-texnologiya instituti» bosmaxonasida chop etilgan.
Bosmaxona manzili: 100011, Toshkent sh., Navoiy ko‘chasi, 32-uy.

