

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA ILMIY TADQIQOT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA ILMIY TADQIQOT INSTITUTI

TOJIQULOV MUXTORBEB EGAMBERDI O‘G‘LI

ALYUMINIY-MAGNIY SAQLOVCHI GIBRID FTALOSIANIN
BIRIKMALAR ASOSIDA LOK-BO‘YOQ MATERIALLAR UCHUN
PIGMENTLAR OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH

02.00.14 – Organik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents dissertation abstract of doctor philosophy (PhD)

Tojiqulov Muxtorbek Egamberdi o'g'li

Alyuminiy-magniy saqlovchi gibridd ftalosianin birikmalar asosida lok-bo'yoq materiallar uchun pigmentlar olish texnologiyasini ishlab chiqish..... 3

Таджикулов Мухторбек Эгамберди угли

Разработка технологии получения пигментов для лакокрасочных материалов на основе гибридных фталоцианиновых соединений, содержащих алюминий-магний..... 21

Tojikulov Mukhtorbek Egamberdi oglu

Development of a technology for obtaining pigments for paint and varnish materials based on aluminum-magnesium-containing hybrid phthalocyanine compounds..... 39

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 43

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA ILMIY TADQIQOT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA ILMIY TADQIQOT INSTITUTI

TOJIQULOV MUXTORBЕК EGAMBERDI O‘G‘LI

ALYUMINIY-MAGNIY SAQLOVCHI GIBRID FTALOSIANIN
BIRIKMALAR ASOSIDA LOK-BO‘YOQ MATERIALLAR UCHUN
PIGMENTLAR OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH

02.00.14 – Organik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.3.PhD/T5841 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.tktiti.uz) va «ZiyoNet» axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	Fayziyev Jahongir Bahromovich texnika fanlari falsafa doktori, katta ilmiy xodim
Rasmiy opponentlar:	Yodgorov Normuhammad kimyo fanlari doktori, professor Sottiqulov Elyor Sotimboyevich. texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim
Yetakchi tashkilot:	Buxoro davlat universiteti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.16/30.12.2019.T.87.01 raqamli Ilmiy kengashning «_____» yanvar 2026 yil soat 09⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 111116, Toshkent tumani Ibrat MFY p/b Shurobozor Tel.:(+99895)144-67-83, faks: (+99870) 965-77-16, e-mail: ooo_tniixt@mail.ru).

Dissertatsiya bilan Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot institutining Axborot resurs markazida tanishish mumkin. (№ 2026/01 raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 111116, Toshkent tumani Ibrat MFY p/b Shurobozor Tel.:(+99895)144-67-83, faks: (+99870) 965-77-16, e-mail: ooo_tniixt@mail.ru).

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil « » dekabr kuni tarqatildi.

(2026 yil « » yanvardagi 2026/01 raqamli reyestr bayonnomasi)

A.T. Djalilov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, k.f.d., prof., akademik

Sh.N. Qiyomov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash kotibi, t.f.d. k.i.x.

H.S. Beknazarov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, t.f.d. prof.

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati. Dunyoda, so‘nggi yillarda ftalosianinlar sanoatning turli yo‘nalishlarida keng qo‘llanilib ular yuqori barqarorlikka ega bo‘yoqlar sifatida, samarali yarimo‘tkazgich materiallari tayyorlashda organik kompleks birikmalar ekanligi hamda ularning elektron va optik xossalarning o‘ziga xosligi ularga bo‘lgan talabning ortishiga sabab bo‘lmoqda. Shu sababli, bu moddalarning rang turi va intensivligini boshqarish imkoniyatiga ega bo‘lgan innovatsion texnologiyalarini ishlab chiqishga katta e‘tibor qaratilmoqda.

Jahonda ftalosianinlar asosidagi pigmentlarning xossalarni yaxshilash va ulardan samarali foydalanish borasida bimetall saqlagan hamda sirt yuzasi faollashtirilgan yangi poliftalosianinlar, superftalotsianinlar olish borasida ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada, sintez jarayonida kompleks markazidagi metall ioni, boshlang‘ich moddalarning konsentratsiyasi, katalizator va haroratni maqsadli o‘zgartirish orqali tashqi muhit ta‘siriga chidamli yorqin rangli pigmentlar olish hamda yangi tarkibini topish va qo‘llash sohalarini kengaytirishga alohida e‘tibor berilmoqda.

Bugungi kunda yurtimizda ishlab chiqarish sanoati rivoji va atrof-muhitni muhofaza qilish bo‘yicha chora-tadbirlarni amalga oshirishda innovatsion texnologiyalarni joriy etishga katta e‘tibor qaratilmoqda va bu yo‘nalishda muayyan natijalarga erishilmoqda. Yangi O‘zbekistonning 2022-2026-yillardagi taraqqiyot strategiyasida “Iqtisodiyotni rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlari” belgilangan hamda “Mahalliy xomashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida, yuqori qo‘shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni yanada jadallashtirish, sifat jihatdan yangi mahsulot va texnologiyalarni yaratish”¹ bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Bu borada, organik sintez asosida ftalosianin metall ionlarini miqdorini o‘zgartirish orqali yangi turdagi har xil rangli pigmentlarni olish bo‘yicha yuqori samarali texnologiyalarni ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli “2022-2026-yillarda Yangi O‘zbekistonni rivojlantirish strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmonida va 2022-yil 2-dekabrda PQ-436-sonli “O‘zbekiston Respublikasini 2030-yilgacha “yashil” iqtisodiyotga o‘tishga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi, 2018-yil 17-yanvardagi PQ-3479-sonli “Mamlakat iqtisodiyoti tarmoqlarini talab qilinadigan mahsulotlar va xomashyo turlari bilan barqaror ta‘minlash chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi, 2019-yil 3-aprelda PQ-4256-sonli “Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va investitsion jozibadorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi qarorlarida, shuningdek mazkur faoliyatga tegishli boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti natijalari muayyan darajada xizmat qiladi.

¹O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni

Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII «Kimyo texnologiyalari va nanotexnologiyalar» ustuvor yo‘nalishlariga muvofiq bajarilgan

Muammoni o‘rganilganlik darajasi. Ftalosianin pigmentlarini olish va sintezini rivojlantirish bo‘yicha ekologik toza, arzon va yuqori samarali sintez usullarini ishlab chiqishga qaratilgan bo‘lib, ular asosida olinadigan mahsulotlarni o‘rganish bo‘yicha chet elda N.Ishikawa, T.Iino, J.J.Cox, S.M.Bayliss, T.S.Jones, M.Meyer, W.Freyer, M.Hanack, D.Schlettwein, S.V.Kudrevich, P.Zimcik, P.Erk, P.A.Barrett, A.A.Stepanyan, N.V.Bernashevskiy, Z.P.Kuligina, A.D.Isak, G.P.Shaposhnikov, A.V.Xromov, K.V.Zuyev, hamda O‘zbekiston olimlaridan A.T.Djalilov, A.G.Mahsumov, A.T.Tillayev, G.A.Ixtiyorova, J.B.Fayziyev va boshqa olimlar ilmiy tadqiqot ishlari olib borishgan.

Ilmiy izlanishlari natijasida ushbu olimlar tomonidan pigmentlar olishning turli usullari, ularni olish jarayonlariga texnologik omillarning ta’siri, mahalliy xomashyolar va sanoat mahsulotlari asosida sintez qilish taklif qilingan, shuningdek, sintez qilingan birikmalarni polimer mahsulotlarga fotostablizatorlar, qurilish materiallari sanoatida lok-bo‘yoq qoplamalari, to‘qimachilik sanoati mahsulotlariga bo‘yoq sifatida ishlatish tavsiya etilgan. Hozirda mahalliy xomashyolar va sanoat mahsulotlari asosida yangi, samarali va arzon ftalosianin pigmentlarning turlarini kengaytirish maqsadida faol funksional guruhlarini o‘z ichiga olgan birikmalar bilan modifikatsiyalash, ishlab chiqarishning samarali texnologiyalarini yaratish hamda amaliyotda qo‘llash bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi.

Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot institutining ilmiy tadqiqot ishlari rejasining A-BT-2021-134 “Mahalliy xomashyolar asosida organik bo‘yovchilar ishlab chiqarish texnologiyasini ishlab chiqish” (2021-2023 yy), AL-19-562206704 raqamli “Qurilish va to‘qimachilik sohasida qo‘llaniladigan termik barqaror organik, yuqori intensiv, import o‘rnini bosuvchi ftalosianin pigmentlar yaratish” (2023-2025 yy) mavzulardagi amaliy va innovatsion loyihalari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi alyuminiy va magniy konsentratsiyasini maqsadli o‘zgartirish orqali turli rangdagi ftalosianin pigmentlarini olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin komplekslarini olish jarayonida ftal angidrid, karbamid va katalizatorlar ishtirokida alyuminiy va magniy metall ionlarini maqsadli o‘zgartirish orqali turli rangdagi pigmentlar olish usullarini ishlab chiqish;

sintez qilingan alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin kompleks pigmentlarning tarkibi, tuzilishi va xossalari fizik-kimyoviy usullar yordamida tadqiq qilish;

olingan ftalosianin birikmalardan pigmentlar olinishida kislota turi va

konsentratsiyasini aniqlash hamda neytrallashtirishda agregatlanish jarayoniga uchratmaydigan ishqoriy xossaga ega modda topish, uning qo'llanilishdagi optimal miqdorini aniqlash;

turli rangdagi emallar tayyorlash uchun olingan pigmentlarning qo'llash usullarini ishlab chiqish va tayyorlangan emallarning GOST 6465-76 talablari bo'yicha mosligini aniqlash;

tarkibida alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi yangi ftalosianin pigmentlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish va texnik-iqtisodiy asoslash.

Tadqiqotning obyekti sifatida ftal angidrid, karbamid, metall tuzlari, katalizatorlar, tarkibida alyuminiy va alyuminiy-magniy tutgan birikmalar asosida sintez qilingan ftalosianin pigmentlari olingan.

Tadqiqotning predmetini alyuminiy va alyuminiy-magniy tutgan birikmalar asosida yangi turdagi ftalosianin pigmentlarini olish jarayonining maqbul sharoitlarini aniqlash, olingan ftalosianin pigmentlari asosidagi lok-bo'yoq mahsulotlarining fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish, ularni to'qimachilik sanoatida qo'llash tashkil etadi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqotlar natijasida olingan moddalarning tuzilishi va xossalarini aniqlashda zamonaviy usullari, jumladan, fizik-mexanik usullar, skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM), element tahlili, infraqizil spektroskopiya (IQ-spektroskopiya), termogravimetriya (TG) va differensial skanerlovchi kalorimetriya (DSK) usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ftal angidrid, karbamid va katalizatorlar ishtirokida alyuminiy va magniy metall ionlarini maqsadli o'zgartirish orqali ya'ni ularning nisbatlari 1:1, 1:2, 1:3 va 1:4 bo'lganda turli rangdagi yangi ftalosianin komplekslarini sintez qilish usullari ishlab chiqilgan;

GOST-6220-76 talablariga mos pigmentlar olishda sintez qilingan alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalotsianinlarning 90 % li sulfat kislotada eritilishi va 20 % li natriy karbonat eritmasida neytrallashtirish optimal ekanligi aniqlangan;

PF-115 emallari tayyorlashda alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlaridan foydalanish usullari ishlab chiqilgan va tadqiqot natijalariga ko'ra, 100 kg emal tarkibi uchun 5,6 kg pigment optimal miqdor ekanligi aniqlangan;

GOST 6465-76 talablari bo'yicha tayyorlangan PF-115 emallarning antikorrozion, statik hamda dinamik mustahkamlik xossalari yuqori natijalar namoyon qilishi alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlariga bog'liqligi aniqlangan;

tarkibida alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi yangi ftalosianin pigmentlarini olishning iqtisodiy samarador va ekologik toza texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

ftal angidrid, karbamid, metall tuzlari va katalizatorlar ishtirokida 5 xil tusli yuqori intensiv bimetall tarkibli alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlar olingan;

bir vaqtning o'zida metallar konsentratsiyasini o'zgartirish orqali pigmentlar tusini o'zgartirishning yangi zamonaviy iqtisodiy samarador raqobatbardosh

texnologiyasi ishlab chiqilgan;

yangi turdagi alyuminiy va alyuminiy-magniy saqllovchi ftalosianin pigmentlari asosida tashqi muhit ta'siriga yuqori darajada chidamli PF-115 emallardan lok-bo'yoq qoplamalari olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi sintez qilingan birikmalar strukturasi va xossalari termogravimetrik, differensial termik (LABSYS EVO STA derivatograf), skanerlovchi elektron mikroskopiya, IQ spektroskopiya (IRTracer-100) kabi fizik-kimyoviy tahlil qilishning zamonaviy usullarini qo'llash natijalari bilan aniqlangan, shuningdek, olingan natijalarni qiyosiy tahlil asosida mahalliy ishlab chiqarish amaliyotiga mosligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati ftalosianinlarning molekulyar tuzilishi va metall ionlari nisbati (Al:Mg) ularning rang hosil qiluvchi xossalari, gibril tizimlarda pigmentlarning rang barqarorligi, yorug'likka va issiqlikka chidamlilik kabi muhim optik-fizik ko'rsatkichlari, shuningdek, gibril komplekslarning sintez sharoitlari, reaksiyon mexanizmlari, fizik-kimyoviy tavsifi, tarkibi hamda texnologiyalarini ishlab chiqishning ilmiy asoslari yaratilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati ishlab chiqilgan texnologiya asosida alyuminiy-magniy gibril ftalosianin pigmentlari qo'llanilishi natijasida PF-115 emallarning antikorrozion, statik va dinamik mustahkamlik xossalari sezilarli darajada oshirilib tashqi muhit (namlik, harorat, ultrabinafsha nurlanish va mexanik) ta'siriga chidamli yangi turdagi lok-bo'yoq qoplamalarini olish imkoniyati yaratilganligi shu bilan birga, mahalliy xom-ashyo negizida import o'rnini bosuvchi, iqtisodiy jihatdan samarali yangi pigmentlarni ishlab chiqarishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Tarkibida alyuminiy va alyuminiy-magniy saqllovchi yangi ftalosianin pigmentlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

alyuminiy va alyuminiy-magniy saqllovchi ftalosianin pigmentlarini olish texnologiyasi Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti va "SOF PAINTS" mas'uliyati cheklangan jamiyatida amaliyotga joriy qilingan ("O'zbekiston qurilish materiallari sanoati korxonalari uyushmasi" ning 2025-yil 16-iyundagi 02/15-1963-son ma'lumotnomasi). Natijada, import o'rnini bosuvchi yuqori sifatli 5 xil rangdagi ftalosianin pigmentlarini mahalliy mahsulot sifatida qo'llash imkonini bergan.

sintez qilingan alyuminiy va alyuminiy-magniy saqllovchi ftalosianin pigmentlar asosida PF-115 turdagi turli rangdagi emallar tayyorlash texnologiyasi "SOF PAINTS" mas'uliyati cheklangan jamiyatida amaliyotga joriy qilingan ("O'zbekiston qurilish materiallari sanoati korxonalari uyushmasi" ning 2025-yil 16-iyundagi 02/15-1963-son ma'lumotnomasi). Natijada, alyuminiy-magniy saqllovchi ftalosianin pigmentlarini qo'llash emal tarkibidagi pigment miqdorini 10 dan 5,6 kg ga kamaytirish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 7 ta konferensiyada, shundan 4 ta xalqaro va 3 ta Respublika ilmiy-amaliy

konferensiyalarda muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 13 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasining doktorlik (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 6 ta maqola, shundan, 4 ta Respublika va 2 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati, ilovalardan iborat bo'lib, hajmi 103 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

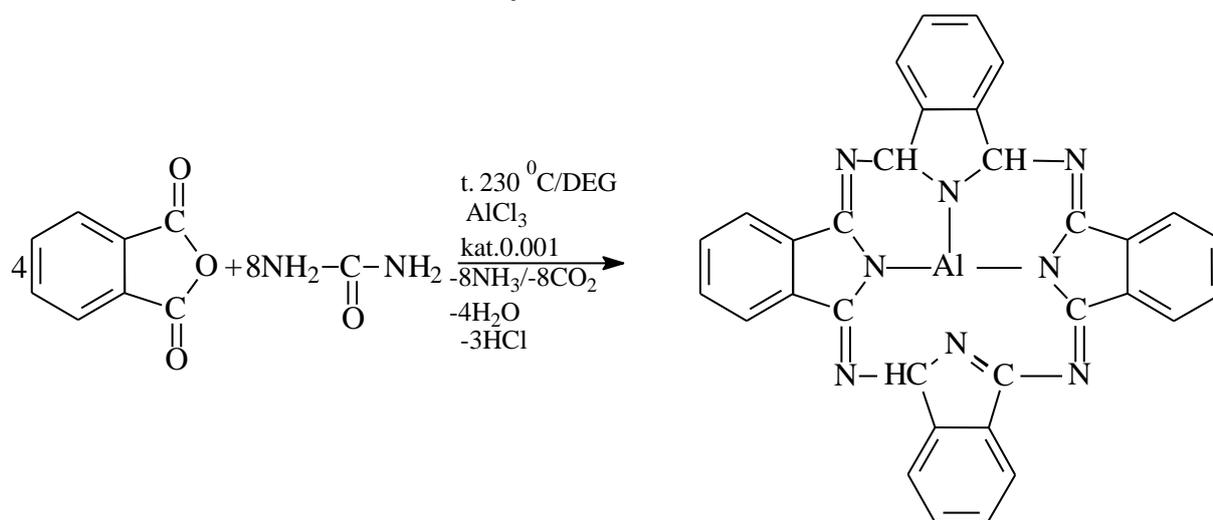
Kirish qismida mavzuning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obye'kt va predmeti, o'rganilganlik darajasi, tadqiqotning usullari tavsiflangan, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy etish, o'tkazilgan tadqiqotlarning ishonchliligi, aprobatsiyasi va natijalarning nashr qilinishi, dissertatsiyaning hajmi, tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**Tarkibida metall saqlagan ftalosianin pigmentlarini olinishi va ularning qo'llanilish istiqbollari**" deb nomlangan birinchi bobida dissertatsiya mavzusi bilan bog'liq bo'lgan bo'yoqlar tarkibi, tuzilishi hamda ftalosianin pigmentlari lok-bo'yoq sanoatida yuqori barqarorlik, yorqin rang va kimyoviy chidamlilik haqida ma'lumotlar keltirildi. Ular mis va alyuminiy komplekslari sifatida keng qo'llaniladi. Ftalotsianinlar fotodinamik terapiya, elektrokimyoviy qurilmalar va quyosh batareyalarida ham qo'llaniladi. Sintez usullari, shu jumladan ftalonitril siklotetramerizatsiyasi, keng tarqalgan usullar keltirildi. Ular yuqori optik xususiyatlar va katalitik faollik bilan ajralib turadi. Kelajakda ularning takomillashtirilishi sanoat rivojiga hissa qo'shadi. Ftalosianinining fizik-kimyoviy xususiyatlar bo'yicha ilmiy izlanishlar muhokama etilgan hamda ushbu bob bo'yicha xulosa keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**Alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlarining sintezi va tadqiqot usullari**" deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqotda qo'llaniladigan kimyoviy moddalarning xususiyatlari, tadqiqot usullari o'rganilgan. Tadqiqotda quyidagi moddalar ishlatilgan. Ftal angidrid-plastifikatorlar ishlab chiqarishda muhim rol o'ynaydi. Karbamid azotli o'g'it sifatida qo'llaniladi, suvda yaxshi eriydi. Sulfat kislota kuchli mineral kislota bo'lib, sanoatda keng qo'llaniladi. Borat kislota kuchsiz anorganik kislota, tibbiyot va shisha sanoatida qo'llaniladi. Alyuminiy xlorid suvda yaxshi eriydi, organik birikmalarda ham eriydi. Magniy atsetat va sirka kislota tuzi suvda eriydi. Alyuminiy oksidi rangsiz kristall modda, amfoter xususiyatlarga ega. Ftalosianin sintezi hamda ushbu bob bo'yicha xulosa keltirilgan.

Alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlarini sintezi. **Alyuminiy ftalosianin pigmenti:** Ftal angidrid, karbamid va alyuminiy xlorid aralashmasi mikroto'lqinli pechda yoki yuqori haroratda qizdiriladi. Reaksiya

natijasida yashil rangli pigment hosil bo‘ladi. Materiallar va metodlar: Ftal anhidrid 1 mol, karbamid 5 mol, alyuminiy xlorid 0,25 mol va 0,0005 mol ortoborat kislotasi solib aralashtirildi. Hosil bo‘lgan aralashmani SNOL -3,5 3,5 3,5-I 3 pechida 250 °C da bir soat davomida ushlab turildi. Reaksiya natijasida gazlar va ftalimidlar ajralib chiqadi, ular sof mahsulot yaratishga xalaqit beradigan kiruvchi moddalardir. Chiqib ketayotgan gaz reaksiyaga xalaqit bermasligi va xavfsiz bo‘lishini ta‘minlash uchun pechning ustiga gaz chiqarish trubkasini o‘rnatamiz va trubka bilan bog‘langan shlangni suv idishiga botiramiz. Bu idish ichida och-ko‘k, g‘ovakli materialning paydo bo‘lishiga olib keladi. Olingan materialni 100 °C ga sovutgandan so‘ng, 20 ml 90% konsentrlangan sulfat kislotaga qo‘shiladi va aralashtiriladi, to‘q yashil eritma hosil bo‘ladi. 50 °C ga sovutilgandan so‘ng, olingan eritmaga qaynoq suv qo‘shiladi va aralashtiriladi. Eritma eriganida va yashil cho‘kma hosil bo‘lganda ajratilgan sarg‘ish-jigarrang suyuqlik ehtiyotkorlik bilan boshqa idishga o‘tkaziladi va utilizatsiya qilinadi. Cho‘kma distillangan suv bilan aralashtiriladi va vakuum nasos bilan Byuxner voronkasi orqali filtrlanadi. Alyuminiy ftalosianin, filtrlangan yashil material, quritish pechida 100 °C da ikki soat davomida quritilgan. Qurigan alyuminiy ftalotsianinni hovonchada ezib maydalab elakdan o‘tkaziladi.



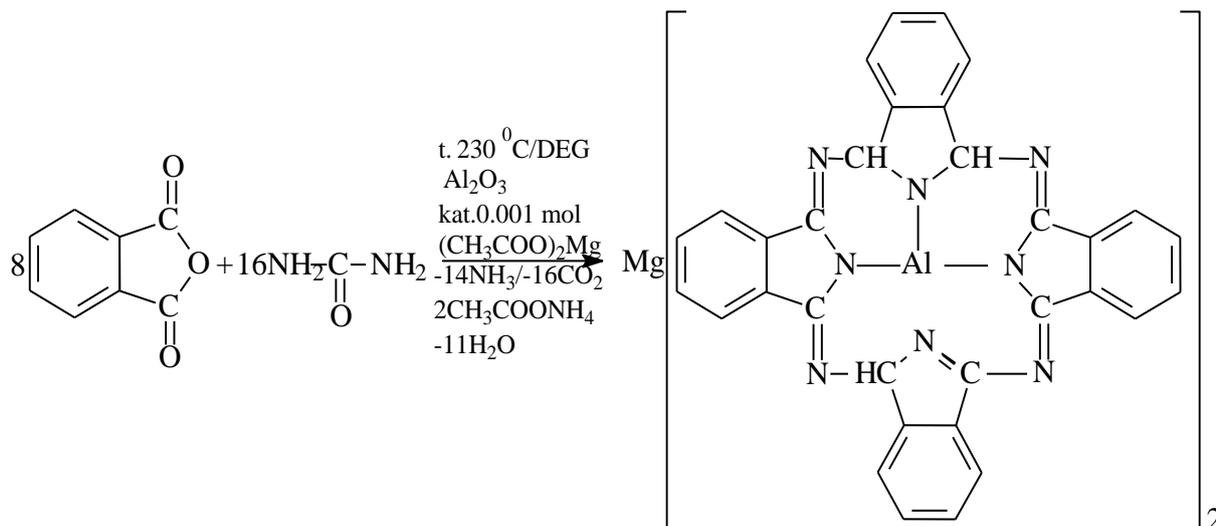
1-rasm. Alyuminiy ftalosianin sintez sxemasi.

1-rasmda yuqorida keltirilgan formulaga asoslanib sintezlashda pigmentning unumi haroratga nisbatan o‘zgarishi o‘rganildi. Alyuminiy ftalosianin pigmenti sintezi uchun eng yaxshi harorat 250 °C ekanligi topildi. O‘tkazilgan tajribalarga asoslanib alyuminiy ftalosianin pigmenti 250 °C da eng yuqori natija beradi. Asosiy xususiyatlaridan pigmentning intensivligi past haroratda olinganlardan yaxshi bo‘lishi kuzatildi.

Alyuminiy-magniy ftalosianin pigmenti: Mikroto‘lqinli pechda va yuqori haroratda olingan pigmentlar sulfat kislotada eritilib, 80-90% konsentratsiyada eng yaxshi natijalar ko‘rsatdi.

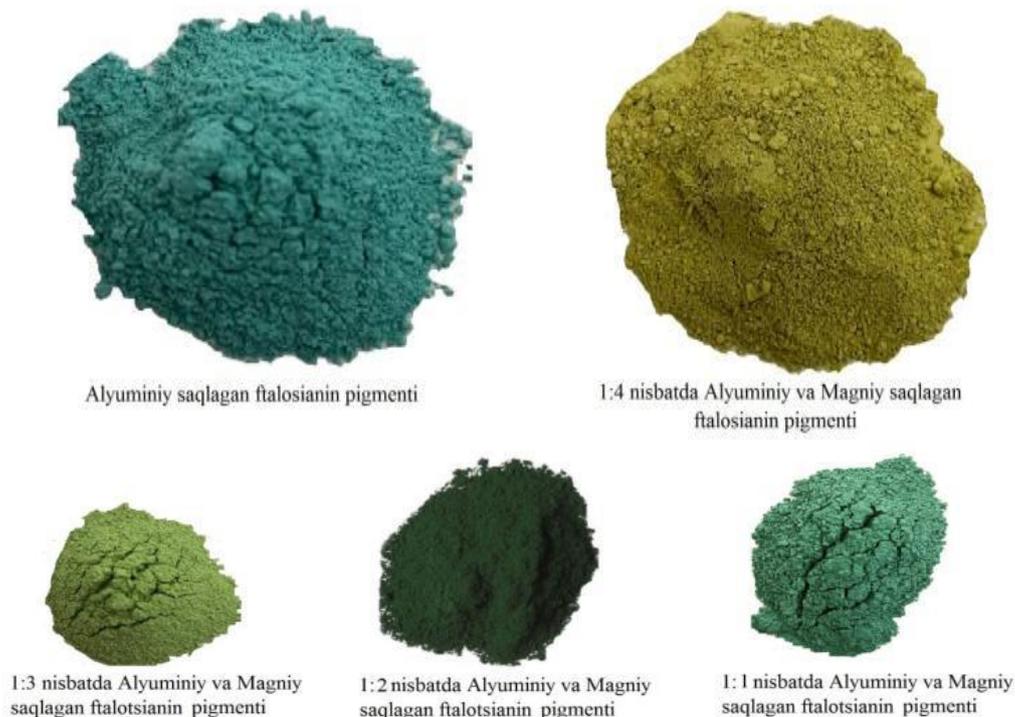
Keltirilgan formulaga asoslanib sintezlashda pigmentning unumi haroratga nisbatan o‘zgarishi o‘rganildi. Alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmenti sintezi uchun eng yaxshi harorat 225 °C ekanligi topildi. O‘tkazilgan tajribalarga

asoslanib alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmenti 225 °C da eng yuqori natija beradi. Asosiy xususiyatlaridan biri pigmentning intensivligi past haroratda olinganlardan yaxshi bo‘lishi kuzatildi.



2-rasm. Alyuminiy-magniy saqlagan ftalosianin pigmentni sintezi.

Sintez qilib va sulfat kislota eritib olingan alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlagan ftalosianin pigmentlarining turli xil massa nisbatda alyuminiy va magniy ionlarinig turli konsentratsiyasi orqali ya'ni 1;1, 1;2, 1;3 1;4 massa nisbatda reaksiya qilib sintez qilingan ushbu 3-rasmda ko'rsatilganidek 5 xil rangli ftalosianin pigmenti olingan.



3-rasm. Alyuminiy-magniy saqlagan ftalosianin pigmentni turli nisbatdagi sintezi.

Dissertatsiyaning “Alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlarining tadqiqotlari natijalari va ularning muhokamasi” deb nomlangan uchinchi bobida olingan alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlagan ftalosianin sistematik tuzilishini aniqlash maqsadida termogravimetrik tahlil (TGA) va differensial skanerlovchi kalorimetriya (DTA) analizi, skanerli elektron-mikroskop va infraqizil spektr usullari yordamida analizlar olib aniqlandi. Sifatni tekshirish: Lok-bo‘yoqning quritish vaqti, shaffofligi, yorqinligi va boshqa xususiyatlari tekshiriladi. Alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlari yuqori haroratda va mikroto‘lqinli pechda sintez qilindi. Ushbu pigmentlar lok-bo‘yoq mahsulotlarida qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan yuqori sifatli va barqaror moddalar hisoblanadi.

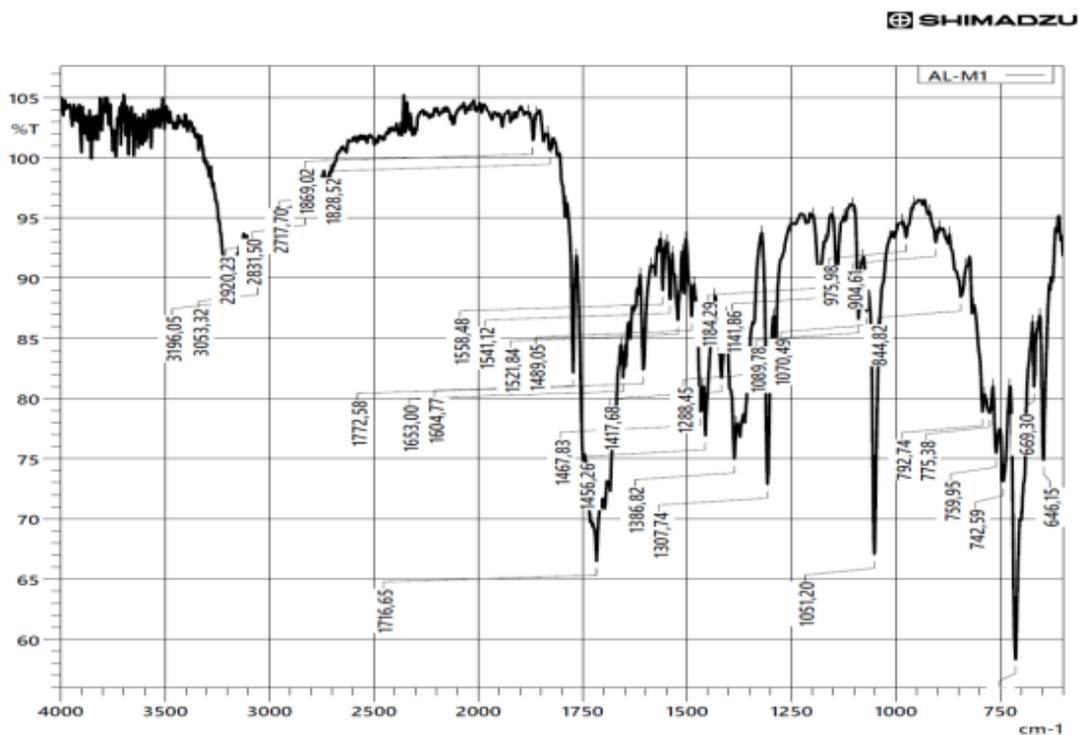
1-jadval

Sintez qilib olingan alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentini GOST 6564-76 bo‘yicha solishtirish

№	Ko‘rsatkich nomi	Ko‘rsatkich me‘yori		AlPc Natijasi
		Oliy nav	Birinchi nav	
1	Rang berish kuchi (konsentratsiyasi),%	100	85	95
2	Ranglarning tozaligi	Standart namunaga mos keladi		Mos keladi
3	Suv va uchuvchan moddalarning massa ulushi,%, ko‘p emas	0,4	1,5	1,2
4	Nam elakdan keyin qoldiqning massa ulushi,%, ko‘p emas	0,1	0,8	0,6
5	Quruq elakdan keyin qoldiqning massa ulushi,%, ko‘p emas	0	0,5	0,4
6	Suvda eriydigan moddalarning massa ulushi,%, ko‘p emas	0,1	1,0	1
7	Suv ekstrakti reaksiyasi (rN)	5,5-7,0	5,5-7,0	6,5
8	Bosma siyohlarining suyuqligi, mm	4.9 -bandining sinoviga mos keladi		mos keladi
9	Tarqoqlik, mm:	4.10- bandining sinoviga mos keladi		mos keladi
10	Siyohlarni chop etish uchun	Migratsiyaga uchramaydi		Migratsiyaga uchramaydi
11	Polivinilxlorid uchun	Standart namunaga mos keladi		mos keladi

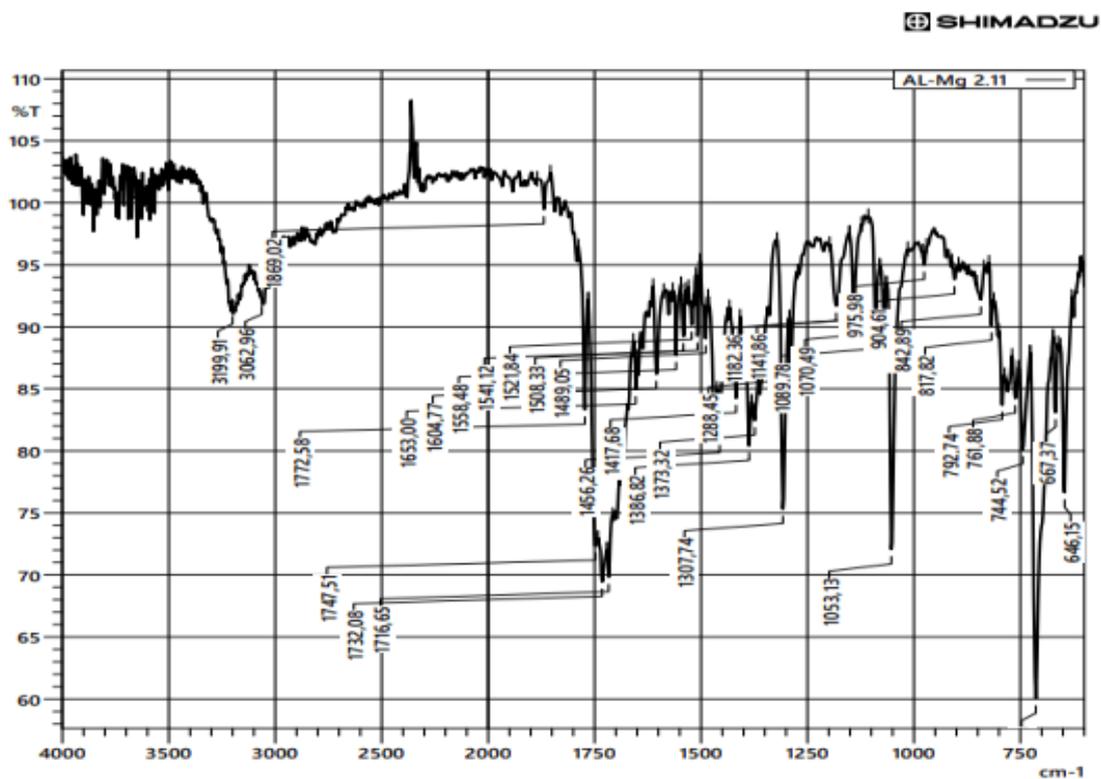
Alyuminiy saqlagan ftalosianin pigmentini Shimadzu spektrometridan olingan IQ (infraqizil) spektri ko‘rsatilgan. Bu grafik alyuminiy ftalosianin pigmentining turli funksional guruhlarini aniqlashda ishlatiladi.

Alyuminiy ftalotsianinida xalqalari hosil bo‘lishi 742.59 sm^{-1} yutilish sohasida ko‘rinadi, benzol xalqalari xosil bo‘lishi 646 sm^{-1} yutilish sohasida ko‘rinadi, C-H + izoindol tekislikda xosil bo‘lishi. 1288 sm^{-1} yutilish sohasida ko‘rinadi, -C-N- 1051 sm^{-1} yutilish sohasida ko‘rinadi, pirrol xalqalari 1307 sm^{-1} yutilishi sohasida ko‘rinadi, pirrol azot atomlari 1386 sm^{-1} yutilish sohasida ko‘rinadi, izoindol 1456 sm^{-1} yutilish sohasida ko‘rinadi, -N= 1521 sm^{-1} yutilish sohasida ko‘rinadi.



4-rasm. Alyuminiy ftalosianin pigmentlarini IQ-Spektri

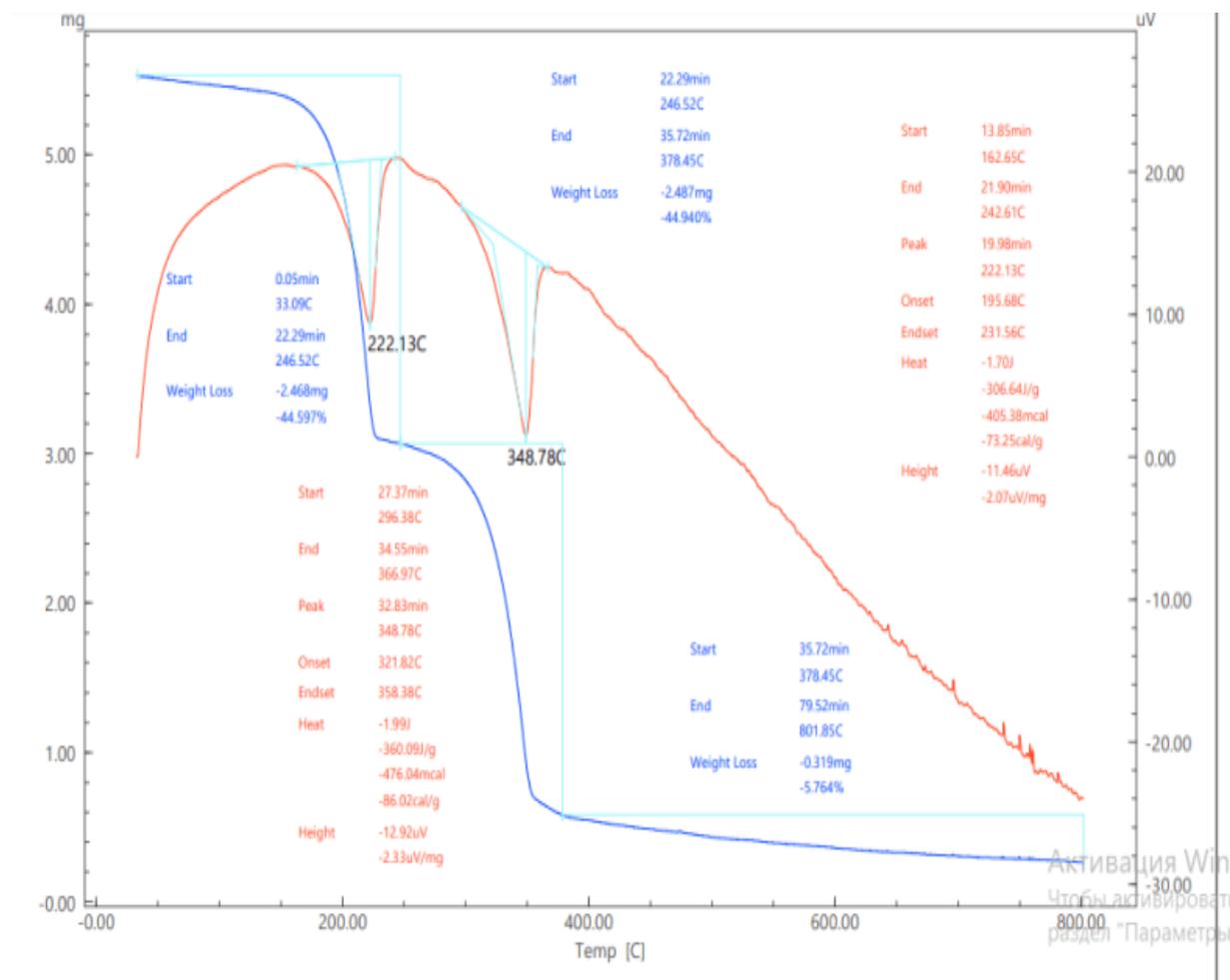
Alyuminiy-magniy saqlagan ftalosianin pigmentini Shimadzu spektrometridan olingan IQ (infragizil) spektri ko'rsatilgan. Bu grafik alyuminiy-magniy saqlagan ftalosianin pigmentining turli funksional guruhlarini aniqlashda ishlatiladi.



5-rasm. Alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentini IQ-spektri

Alyuminiy-magniy ftalotsianinida ftalosianin halqalari hosil bo'lishi 761 sm^{-1} yutilish sohasida ko'rinadi, C-H + izoindol tekislikda hosil bo'lishi 1182 sm^{-1} yutilish sohasida ko'rinadi, pirrol halqalari 1373 sm^{-1} yutilish sohasida ko'rinadi, pirrol azot atomlari 1417 sm^{-1} yutilish sohasida ko'rinadi, izoindol 1456 sm^{-1} yutilish sohasida ko'rinadi, -N= 1508 sm^{-1} yutilish sohasida ko'rinadi.

Alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlarining termik tahlili. Ushbu analiz alyuminiy saqlovchi ftalosianin pigmentini termik barqarorligini o'rganildi. Quyidagicha xulosalar berildi



6-rasm Alyuminiy saqlagan ftalotsianin termogravimetrik tahlil (TGA) va differensial skanerlovchi kalorimetriya (DTA) analizi

Yuqoridagi termogramma termogravimetrik tahlil (TGA) va differensial skanerlovchi kalorimetriya (DSK) usullaridan foydalangan holda olingan ma'lumotlarni aks ettiradi.

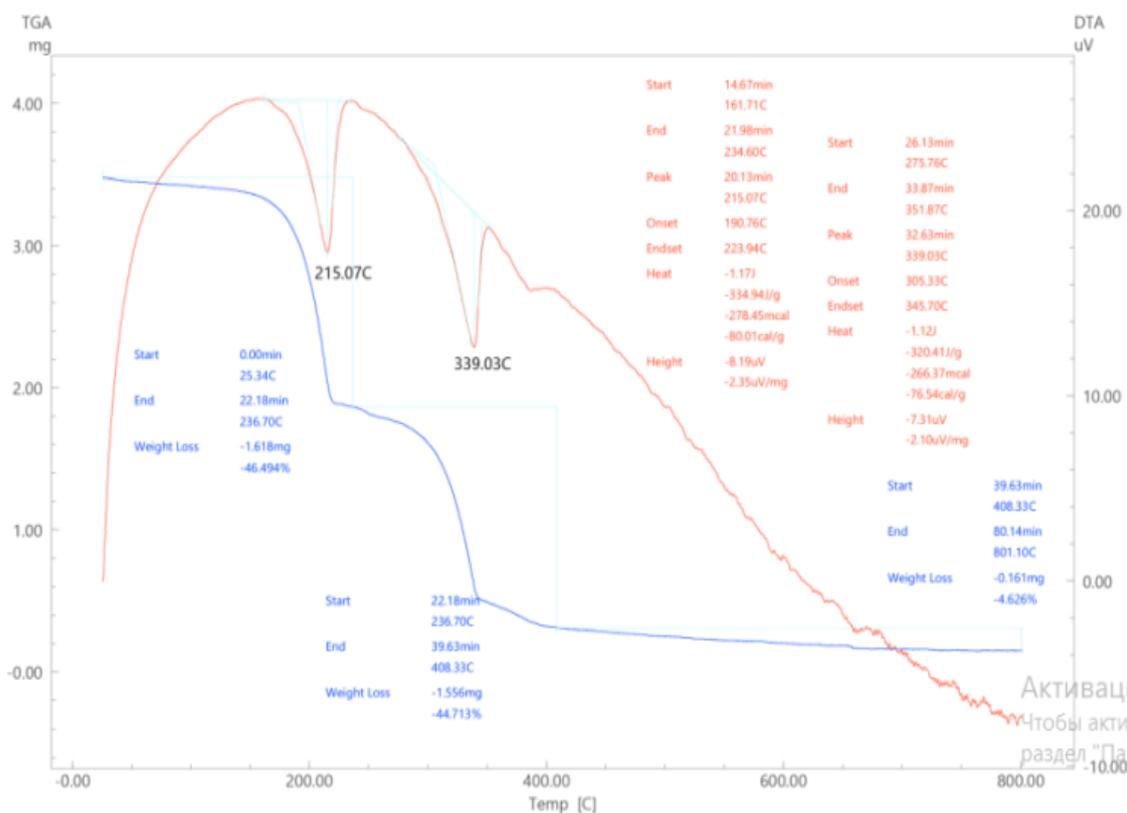
Termogravimetrik tahlil (TGA): 200 °C dan keyin massa yo'qotish boshlanadi, 300-400 °C oralig'ida ikki asosiy ekzotermik hodisa kuzatiladi. Bu pigmentning parchalanishi yoki issiqlik reaksiyalari natijasida yuzaga kelgan bo'lishi mumkin.

Differensial skanerlovchi kalorimetriya (DTA): 222.13 °C va 348.78 °C da sezilarli issiqlik effektlari kuzatilgan. AlPc pigmenti 200°C dan yuqori haroratlarda barqarorligini yo'qotadi, lekin 300-400 °C oralig'ida asosiy parchalanish bosqichlarini namoyon qiladi.

Alyuminiy-magniy saqlagan ftalosianin pigmentini. Reaksiya ishtirokida qo‘shimcha tozalash va neytralalash ishlaridan so‘ng yashil rangli kristalining tarkibi mahsulot hosil bo‘lganligidan va quyidagicha differentsial termogravimetrik tahlilda namoyon bo‘lganligidan dalolat beradi.

Bu rasmda alyuminiy-magnit ftalosianin pigmentining termogravimetrik (TGA) va differentsial termik (DTA) tahlil natijalari ko‘rsatilgan. Grafikni tahlil qilish orqali pigmentning haroratga nisbatan barqarorligi, massa yo‘qotish jarayonlari va issiqlik o‘zgarishlarini baholash mumkin

Alyuminiy-magniy ftalosianin ($Mg[AlPc]_2$) pigmenti: TGA va DTA tahlili: 236-408 °C oralig‘ida asosiy parchalanish bosqichlari kuzatilgan. 408 °C dan keyin qoldiq material issiqlik barqarorligiga erishadi. $Mg[AlPc]_2$ pigmenti AlPc ga nisbatan yuqori haroratga chidamli bo‘lib, 400 °C gacha o‘z tarkibini saqlab qoladi.



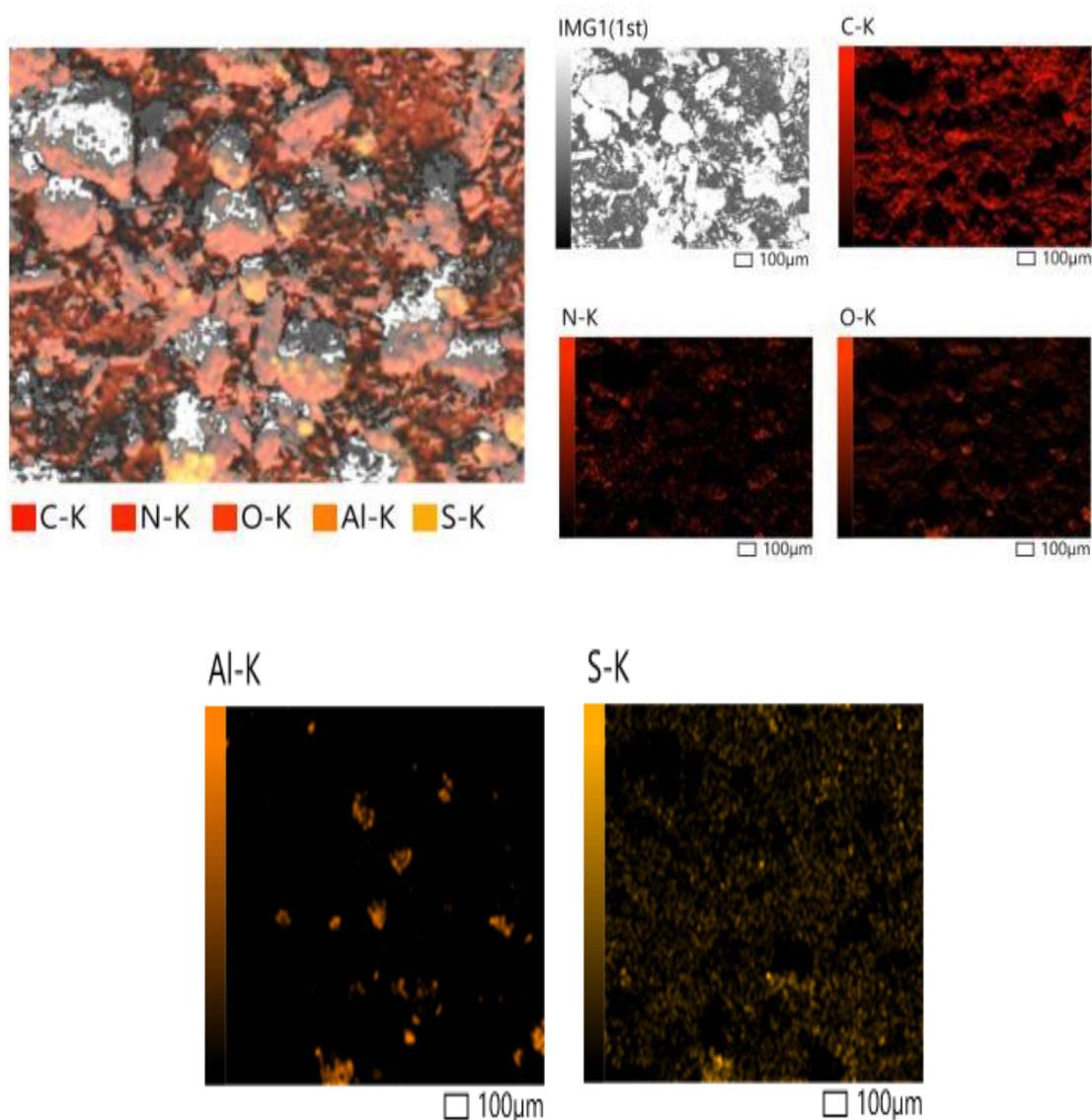
7-rasm. Alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmenti termogravimetrik (TGA) va differentsial termik tahlili (DTA)

Alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlarining elektron skanerlovchi mikroskop (SEM) va element tahlili.

Sintez qilingan alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlari INCA Energy 350 energodispersion mikroanaliz sistemasi bilan ta‘minlangan, MIRA 2 LMU skanerlovchi elektron mikroskopi bilan o‘rganildi.

Mikroskop tahlili berilydan plutoniygacha bo‘lgan ftalosianinlarni tahlil qilish bo‘lgan INCA energiya detektor 1 nm ruxsatda o‘tkazildi. Skanerli elektron mikroskop tahlili yuqori vakuum ostida o‘tkazildi. Alyuminiy ftalosianin (AlPc) SEM tahlili: Pigment zarrachalari 28-35 nm o‘lchamga ega. Elementar tahlil natijalari uglerod (C), azot (N), kislorod (O), oltingugurt (S) va alyuminiy (Al)

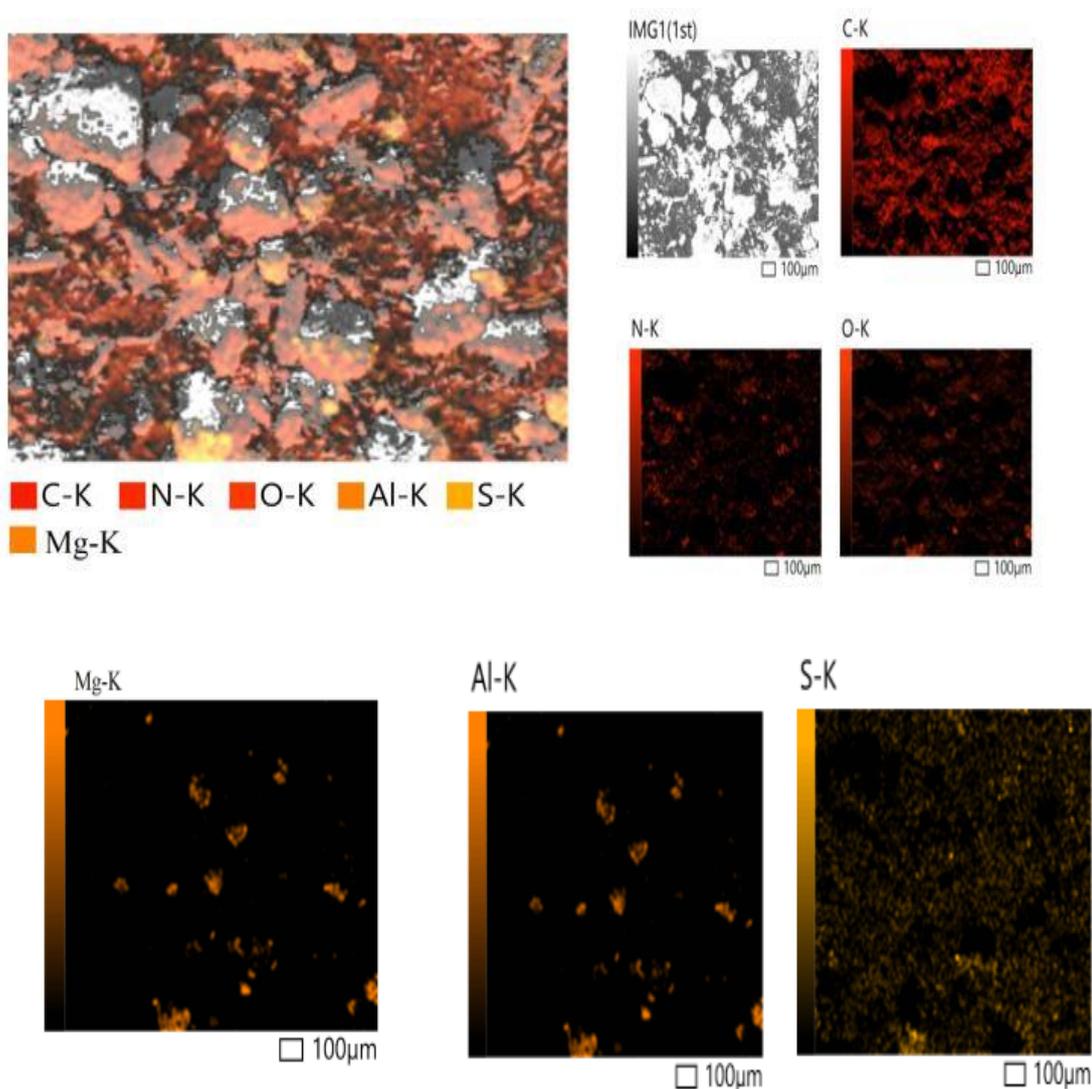
mavjudligini ko'rsatdi. Elementar tahlil: C (65.72%), N (16.75%), O (4.81%), S (1.22%), Al (10.47%). C-K (Uglerod): Bu alyuminiy ftalosianining asosiy tarkibiy elementi bo'lib, organik molekularning asosiy qurilish blokidir. N-K (azot): Azot ftorning asosiy tuzilmalarida aloqa va asosiy funksional guruh sifatida ishtirok etadi. O-K (kislorod): Bu tez-tez emas, lekin bu kislorod molekularning oksidlanishi yoki boshqa birikmalar natijasida hosil bo'ladi. Al-K Alyuminiy: Alyuminiy ftalosianining markaziy qismidir va bu tahlil K-S- (oltingugurt): Bu qo'shimcha yoki funksional guruh bo'lishi mumkin.



8-rasm. Alyuminiy ftalosianin pigmentining elektron skanerlovchi mikroskop (SEM) da analizi

Mikroskop tahlili beriliydan plutoniygacha bo'lgan ftalosianinlarni tahlil qilish bo'lgan INCA energiya detektori 1 nm ruxsatda o'tkazildi. Skanerli elektron mikroskop tahlili yuqori vakuum ostida o'tkazildi. Alyuminiy-magniy ftalosianin SEM tahlili: Pigment zarrachalari 28-35 nm o'lchamga ega. Elementar tahlil natijalari uglerod (C), azot (N), kislorod (O), oltingugurt (S), alyuminiy (Al) va

magniy (Mg) mavjudligini ko'rsatdi. Elementar tahlil: C (64.72%), N (15.75%), O (4.81%), S (1.22%), Al (10.47%), Mg (3.03%)

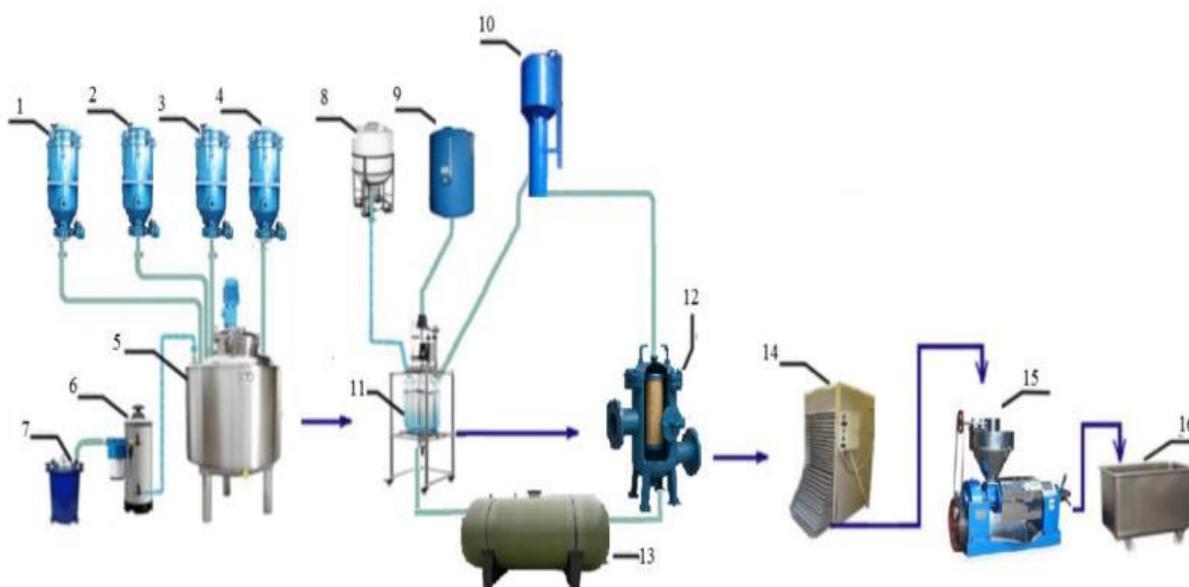


9-rasm. Alyuminiy-magniy saqlagan ftalosianin pigmentining elektron skanerlovchi mikroskop (SEM) da analizi

Dissertatsiyaning “**Alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlarining texnik-iqtisodiy samaradorligi va texnologik sxemasi**” Alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlari olishning texnologik sxemasi ishlab chiqildi. Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti MCHJ negizida alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlarining ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqildi. Alyuminiy, alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosianin pigmentlari uchun tavsiya etilgan texnologik sxemaning o‘ziga xos xususiyati va ustunligi shundaki, texnologik jarayonni uzluksiz rejimda amalga oshirish, reaktorni standart materiallardan ishlab chiqarish qulayligi, texnologik jarayonni saqlash qulayligi.

Ushbu texnologik sxemada, ftalosianin pigmenti sintez qilinadi. Boshlang‘ich xomashyolar (1,2,3,4) asosiy sintez reaktori (5) ichiga kiritiladi va kerakli kimyoviy reagentlar qo‘shiladi. Temperatura 300 °C gacha ko‘tariladi temperatura 200 °C ga yetganda ammiak, ftal imidi, karbonat anhidrid gazlari chiqishni

boshlaydi. Ushbu gaz yutish nasosi (6) orqali sovutilib yig'iladi. (7) Reaksiya 120 daqiqa davom etgandan so'ng sintez reaktor sovutilib ftalosaninni eritish va neytrallash uchun reaktor (11) ga yuboriladi. Ushbu hosil bo'lgan mahsulotimizga 90 % li sulfat kislotasi (9) orqali qo'shimcha nopokliklardan tozalash uchun yuboriladi va 30 daqiqa qoldiriladi. Hosil bo'lgan ftalosanin pigmentimizni sulfat ionlaridan tozalash uchun natriy karbonatning 20% li (8) eritmasi quyiladi va suv (10) orqali natriy sulfat ko'rinishda ertimaga utilizatsiya qilinib maxsus idishga (13) bu eritma yuboriladi. Hosil bo'lgan yashil rangli ftalosanin pigmenti quritish pechiga o'tqazilib (14) 100 °C da 240 daqiqa davomida quritiladi. Qurtilgan mahsulot maydalagichda (15) maydalanib qodoqlanadi (16).



10-rasm. Alyuminiy-magniy saqlovchi ftalosanin pigmentlari olishning texnologik sxemasi

1-karbamid uchun dozator (bunker); 2-ftal anhidrid uchun dozator (bunker); 3-alyuminiy oksidi uchun dozator (bunker); 4-magniy atsetat uchun dozator (bunker); 5-asosiy aralashtirgichli kimyoviy reaktor; 6-sirkulatsion nasos 7-gaz yutish moslamasi absorber; 8-natriy karbanat eritmasini tayyorlash bak; 9-sulfat kislotasi uchun rezervuari; 10-suv minorasi; 11-ftalosaninni eritish va neytrallash uchun reaktor; 12-ramali filtr press; 13-sulfat kislotasi eritmasi yig'ish uchun rezervuar; 14-konveksion quritish pechi; 15-valikli maydalagich; 16-oligan pigmentni qadoqlash apparati.

Yuqori haroratga chidamli lok bo'yoq mahsulatlari uchun pigmentlar olishning iqtisodiy samaradorligini ishlab chiqish.

Tadqiqotlar natijasiga ko'ra sintez qilingan alyuminiy, alyuminiy-magniy saqlovchi pigmentlari faol pigmentlar bo'lib, bular asosan oligomerlar va polimerlar bilan o'zaro ta'sirlashib turli sohalarda ishlatiladi. Plastmassa buyumlarga rang berishda va tashqi ta'sirga chidamliligini orshirishda, polietilen plyonkalariga stabilizatorlar, emal tayyorlashda, nashriyot-matbaa uchun

ishlatiladigan bo‘yoqlar tayyorlashda, lok-bo‘yoq qoplamalar olishda, paxta matolarni bo‘yashda va boshqa yo‘nalishlarda ishlatiladi.

2-jadval

Sintez qilingan 1 tonna Mg[AlPc]₂ pigmenti ishlab chiqarish uchun xom ashyo narxi

№	Al-Mg pigmenti	Xom ashyo narxi, so‘m	1 tonna pigmen ichidagi, xom ashyo, kg	1 tonna pigmen narxi (1000 kg)
1	Ftal anhidrid	19425	199.5	3875287
2	Alyuminiyoksid	126000	147.2	18547200
3	Karbamid	3490	346.3	1208587
4	Magniy atsetat	26000	307.4	7992400
5	Katalizator	18000	10	180000
6	Sulfat kislota	3200	462	1478400
Jami				33281874

Mg[AlPc]₂ pigmentini ishlab chiqarish uchun barcha harajatlarni ishlab chiqarish va tayyor mahsulotning bozor iqtisodiyotida 1 tonna tayyor mahsulot uchun 39424155 so‘mga teng ekanligi hisoblab topildi (3 jadval).

3-jadval

1 tonna sintez qilingan alyuminiy-magniyPc pigmentining tannarxi

1	Ko‘zda tutilmagan xarajatlar	1000000
Jami		34281874
2	Soliq 15%	5142281
Umumiy		39424155

3-jadvalda sintez qilingan Mg[AlPc]₂ pigmentini ishlab chiqarishda 1 kg tayyor pigmentning narxi 39424,155 so‘mga teng ekanligi hisoblab topildi.

4-jadvalda chetdan import qilinadigan AlClPc PR 15:1 O‘zbekistondagi 1 kg tayyor pigmentning narxi 96200 so‘mga teng ekanligi ketirilgan.

4-jadval

Sintez qilingan Mg[AlPc]₂ pigmentining tan narxi

№	Al-Mg pigmenti	Xom ashyo narxi, so‘m	1 tonna pigmen ichidagi, xom ashyo, kg	1 tonna pigmen narxi (1000 kg)	Al-Mg pigmenti
1	Mg[AlPc] ₂	Kg	1000	39424,155	39424155
Jami					39424155

Sintez qilingan Mg[AlPc]₂ pigmentini import o‘rnini bosuvchi pigment sifatida qo‘llashning iqtisodiy samaradorligini hisoblash formulasi quydagicha keltiriladi:

$$E_{\text{eff}} = (Q_{\text{imp}} - Q_{\text{sin}}) \cdot S$$

Bu yerda: Q_{imp} – 1 tonna import qilinadigan AlCIPc PR 15:1 pigmentning tannarxi o‘zbek so‘mida.

Q_{sin} – 1 tonna sintez qilinadigan $\text{Mg}[\text{AlPc}]_2$ pigmentning tannarxi o‘zbek so‘mida.

S – kimyo sanoatining barcha tarmoqlarini hisobga olgan holda, kerakli pigmentning hajmi, tonna.

$$E_{\text{eff}} = (96200000 - 39424155) \cdot 110 = 6245342950 \text{ so‘m.}$$

Shunday qilib, sintez qilingan AlPc va $\text{Mg}[\text{AlPc}]_2$ pigmentini ishlab chiqarishda kutilayotgan iqtisodiy samaraga erishiladi, ko‘rilgan foyda 6245342950 so‘m yoki AQSH dollarida hisoblansa ayni kundagi dollar kursi O‘zbekistonda 1 AQSH dollari=12950 so‘m bo‘lib $6245342950 / 12950 = 482265$ dollar transport harajatlarini hisobga olmagan holda, yiliga 482265 dollar iqtisodiy samaradorlikka erishiladi.

XULOSALAR

1. Ftalangidrid, karbamid, metall tuzlari va katalizator ishtirokida yuqori sifatli tarkibida alyuminiy hamda alyuminiy-magniy saqlagan ftalosianin pigmentlari olishning maqbul sharoitlari aniqlandi, shu bilan birgalikda sintez qilish jarayonlarining texnologiyasi ishlab chiqildi.

2. Olingan alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlagan ftalosianin birikmalaridan pigmentlar olishda yuqori konsentrasiyali sulfat kislota orqali ishlov berilib, pigmentlarning α holatini maqsadli o‘zgartirib β kristall modifikatsiyasi hosil qilindi shu bilan birgalikda GOST 6220-76 talablariga to‘liq javob berishi isbotlandi.

3. Sintez qilingan alyuminiy va alyuminiy-magniy saqlagan metallorganik pigmentlarining struktura tuzilishi SEM, IQ- spektroskopiya va yuqori haroratga bog‘liq xususiyatlari derevatograf usullari yordamida taklif etildi.

4. Sintez qilingan metallorganik pigmentlarining rang intensivliklari, termik hamda kimyoviy barqaror bo‘lishi sulfat kislota konsentratsiyasi va neytrallash bilan bevosita bog‘liq ekanligi aniqlandi.

5. Sintez qilingan pigmentlar lok-bo‘yoq mahsulotlariga taqqoslandi, ularning fizik-kimyoviy xossalari GOST 6465-76 standarti bilan aniqlandi va tayyorlangan PF-115 emalini asosan metall va yog‘och materiallar yuzasini muhofaza qilish uchun maqsadga muvofiq qoplama sifatida ishlatish tavsiya etildi.

6. AlPc va $\text{Mg}[\text{AlPc}]_2$ ftalosianin tarkibli metallorganik pigmentlari olish texnologiyasini ishlab chiqish bo‘yicha olingan ilmiy natijalar asosida “SOF PAINTS” dalolatnomasi va “O‘zbekiston qurilish materiallari sanoati korxonalarini uyushmasi” ning 2025 yil 16-iyundagi 02/15-1963-son ma‘lumotnomasi bilan tasdiqlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.16/30.12. 2019.К/Т.87.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ**

**ТАШКЕНТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

ТАДЖИКУЛОВ МУХТОРБЕК ЭГАМБЕРДИ УГЛИ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПИГМЕНТОВ ДЛЯ
ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЙ-
МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ ГИБРИДНЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВЫХ
СОЕДИНЕНИЙ**

02.00.14–Технология органических веществ и материалы на их основе

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

Ташкент – 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2025.3.PhD/T5841.

Диссертация выполнена в Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице по адресу www.tktiti.uz и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziyo.net.

Научный руководитель:	Файзиев Жахонгир Бахромович доктор философии по техническим наукам (PhD), старший научный сотрудник
Официальные оппоненты:	Ёдгоров Нормухаммад доктор химических наук, профессор Соттикулов Элёр Сотимбоевич. доктор технических наук, старший научный сотрудник
Ведущая организация:	Бухарский государственный университет

Защита диссертации состоится « ____ » января 2026 г. в « 9⁰⁰ » часов на заседании Ученого совета DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 при Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии по адресу: 111116, Ташкентская область, Ташкентский р.-н, ул. Шурабазар, тел: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz.

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии за № 2026/01, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (111116, Ташкентская область, Ташкентский р.-н, п.о.Шурабазар, тел: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Автореферат диссертации разослан « » декабря 2025 года.

(протокол рассылки № 2026/01 от « » января 2026 года).

А.Т. Джалилов
Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.х.н., проф., академик

Ш.Н. Қиёмов
Ученый секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., с.н.с.

Х.С. Бекназаров
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
учёных степеней, д.т.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (реферат диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В последние годы фталоцианины нашли широкое применение в различных отраслях промышленности по всему миру в качестве красителей с высокой стабильностью, в качестве органических комплексных соединений при получении эффективных полупроводниковых материалов, а их уникальные электронные и оптические свойства обусловили рост спроса на них. Поэтому большое внимание уделяется внедрению инновационных технологий производства, позволяющих управлять типом и интенсивностью окраски этих веществ.

В мире проводятся научные исследования по улучшению свойств пигментов на основе фталоцианинов и их эффективному использованию для получения биметаллических полифталоцианинов, суперфталоцианинов и нового поколения с активированной поверхностью. В связи с этим особое внимание уделяется получению ярко окрашенных пигментов, устойчивых к воздействию внешней среды, путем целенаправленного изменения концентрации ионов металлов в центре комплекса, исходных веществ, катализатора и температуры в процессе синтеза, а также поиску и расширению областей применения нового состава.

В настоящее время в нашей стране уделяется большое внимание развитию производственной промышленности и реализации мероприятий по охране окружающей среды посредством внедрения инновационных технологий, и в этом направлении достигаются конкретные результаты. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены "Приоритетные направления развития экономики" и важные задачи по "дальнейшему ускорению производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, созданию качественно новой продукции и технологий"¹. В этом направлении, особенно в целях развития химической промышленности, являющейся одной из ведущих отраслей национальной экономики, очень важное значение имеет разработка высокоэффективных технологий получения новых видов разноцветных пигментов путем изменения количества ионов металлов фталоцианина на основе органического синтеза.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года "О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы", Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-436 от 2 декабря 2022 года "О мерах по повышению эффективности реформ, направленных на переход Республики Узбекистан к "зеленой" экономике до 2030 года", № ПП-3479 от 17 января 2018 года "О мерах по стабильному обеспечению отраслей экономики страны

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

востребованными видами продукции и сырья", № ПП-4256 от 3 апреля 2019 года "О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности", а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII "Химические технологии и нанотехнологии".

Степень изученности проблемы. Целью исследований является разработка экологически чистых, недорогих и высокоэффективных методов синтеза для получения и синтеза фталоцианиновых пигментов, продукты, полученные на их основе, изучались за рубежом Н. Ишикавой, Т. Иино, Дж. Дж. Коксом, С. М. Бейлиссом, Т. С. Джонсом, М. Мейером, В. Фрейером, М. Ханакон, Д. Шлеттвайном, С. В. Кудревичем, П. Зимчиком, П. Эрком, П. А. Барреттом, А. А. Степаняном, Н. В. Бернашевским, З. П. Кулигиной, А. Д. Исаком, Г. П. Шапошниковым, А. В. Хромовым, К. В. Зуевым, а также узбекскими учеными А. Т. Джалиловым, А. Г. Махсумовым, А. Т. Тиллаевым, Г. А. Ихтиёровой, Ж. Б. Файзиевым и другими учеными.

В результате научных исследований этими учеными предложены различные способы получения пигментов, влияние различных технологических факторов на процессы их получения, синтез на основе местного сырья и промышленных продуктов, а также синтезированные соединения рекомендованы для использования в качестве фотостабилизаторов в полимерных изделиях, лакокрасочных покрытий в промышленности строительных материалов, красителей в текстильной промышленности.

В настоящее время с целью расширения ассортимента новых, эффективных и недорогих фталоцианиновых пигментов на основе местного сырья и промышленной продукции проводятся научные исследования по модификации соединениями, содержащими активные функциональные группы, созданию эффективных технологий производства и применению их на практике.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных и инновационных проектов Ташкентского научно-исследовательского института химических технологий А-БТ-2021-134 "Разработка технологии производства органических красителей на основе местного сырья" (2021-2023 гг.), АЛ-19-562206704 "Создание термостойких органических, высокоинтенсивных, импортозамещающих фталоцианиновых пигментов, используемых в строительстве и текстильной промышленности" (2023-2025 гг.).

Целью исследования является разработка технологии получения фталоцианиновых пигментов различной окраски путем целенаправленного

изменения концентрации алюминия и магния.

Задачи исследования:

разработка способов получения пигментов различных оттенков путем целенаправленного превращения ионов металлов алюминия и магния в присутствии фталевого ангидрида, карбамида и катализаторов в процессе получения фталоцианиновых комплексов, содержащих алюминий и алюминий-магний;

исследование состава, структуры и свойств синтезированных алюминиевых и алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых комплексных пигментов физико-химическими методами;

определение типа и концентрации кислоты при получении пигментов из полученных фталоцианиновых соединений и нахождение вещества с щелочными свойствами, не подвергающегося агрегации при нейтрализации, определение оптимального количества при его применении;

разработка способов применения пигментов, полученных для изготовления разноцветных эмалей, и определение соответствия изготовленных эмалей требованиям ГОСТ 6465-76:

разработка и технико-экономическое обоснование технологии получения новых фталоцианиновых пигментов, содержащих алюминий и алюминий-магний.

Объектом исследования являются фталевый ангидрид, карбамид, соли металлов, катализаторы, фталоцианиновые пигменты, синтезированные на основе соединений, содержащих алюминий и алюминий-магний.

Предметом исследования является определение оптимальных условий процесса получения новых видов фталоцианиновых пигментов на основе алюминий и алюминий-магнийсодержащих соединений, изучение физико-химических свойств лакокрасочных изделий на основе полученных фталоцианиновых пигментов, их применение в текстильной промышленности.

Методы исследования. Используются современные методы исследования структуры и свойств веществ, полученных в результате исследований, в том числе физико-механические методы, сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), элементный анализ, инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия), термогравиметрия (ТГ) и дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) и другие методы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработаны методы синтеза новых фталоцианиновых комплексов различных цветов путем целенаправленного превращения ионов металлов алюминия и магния в присутствии фталевого ангидрида, карбамида и катализаторов, то есть при их соотношениях (1:1, 1:2, 1:3 и 1:4);

при получении пигментов, соответствующих требованиям ГОСТ-6220-76, было установлено, что оптимальным является растворение синтезированных алюминиевых и алюминий-магнийсодержащих фталоцианинов в 90% серной кислоте и их нейтрализация в 20% растворе карбоната натрия;

разработаны методы использования фталоцианиновых пигментов, содержащих алюминий-магний, при приготовлении эмалей ПФ-115, и по результатам исследований установлено, что оптимальным количеством пигмента является 5,6 кг на 100 кг эмали;

установлено, что высокие антикоррозионные, статические и динамические прочностные свойства эмалей ПФ-115, приготовленных по требованиям ГОСТ 6465-76, зависят от содержащих алюминий и алюминий-магний фталоцианиновых пигментов;

разработана экономически эффективная и экологически чистая технология получения новых фталоцианиновых пигментов, содержащих алюминий и алюминий-магний.

Практические результаты исследования:

разработаны методы получения алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов с высокоинтенсивным биметаллическим составом 5 различных оттенков в присутствии фталевого ангидрида, карбамида, солей металлов и катализаторов;

разработана новая современная экономически эффективная конкурентоспособная технология изменения цвета пигментов путем одновременного изменения концентрации металлов;

разработана технология получения лакокрасочных покрытий из высокоустойчивых к воздействию внешней среды эмалей ПФ-115 на основе новых видов алюминиевых и алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов.

Достоверность результатов исследования определяется применением современных методов физико-химического анализа структуры и свойств синтезированных соединений, таких как термогравиметрический, дифференциально-термический (дериватограф LABSYS EVO STA), сканирующая электронная микроскопия, ИК-спектроскопия (IRTracer-100), а также соответствием полученных результатов отечественной производственной практике на основе сравнительного анализа.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования объясняется молекулярным строением фталоцианинов и соотношением ионов металлов (Al:Mg), их цветообразующими свойствами, такими важными оптико-физическими показателями, как цветоустойчивость пигментов в гибридных системах, свето- и термостойкость, а также созданием научных основ для разработки условий синтеза, реакционных механизмов, физико-химических характеристик, состава и технологий гибридных комплексов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что в результате применения гибридных алюминиево-магниевых фталоцианиновых пигментов на основе разработанной технологии значительно повышаются антикоррозионные, статические и динамические прочностные свойства эмалей ПФ-115, что позволяет получать новые виды лакокрасочных покрытий, устойчивых к воздействию внешней среды (влажности, температуры, ультрафиолетового излучения и механических

воздействий), а также служит для производства новых импортозамещающих, экономически эффективных пигментов на основе местного сырья.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения новых фталоцианиновых пигментов, содержащих алюминий и алюминий-магний:

технология получения алюминиевых и алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов внедрена в производство в Ташкентском научно-исследовательском институте химических технологий и Обществе с ограниченной ответственностью “SOF PAINTS” (справка Ассоциации предприятий промышленности строительных материалов Узбекистана №02/15-1963 от 16 июня 2025 года). В результате появилась возможность использования высококачественных фталоцианиновых пигментов 5 различных цветов в качестве отечественного продукта, замещающего импорт;

технология получения эмалей ПФ-115 различных цветов на основе синтезированных алюминиевых и алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов внедрена в производство в Обществе с ограниченной ответственностью “SOF PAINTS” (справка Ассоциации предприятий промышленности строительных материалов Узбекистана №02/15-1963 от 16.06.2025 г.). В результате применение алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов позволило снизить расход пигмента в эмали с 10 до 5,6 кг.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 7 конференциях, в том числе 4 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, из них 6 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (PhD) диссертаций, в том числе 4 в республиканских и 2 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений, объем диссертации составляет 103 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы, охарактеризованы цель и задачи, объект и предмет исследования, степень изученности, методы исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, раскрыты научная новизна и практическая значимость исследования, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, достоверности проведенных исследований, апробации и опубликованности результатов, объеме и структуре диссертации.

В первой главе диссертации "Получение металлосодержащих фталоцианиновых пигментов и перспективы их применения" приведены сведения о составе, структуре красителей, а также о высокой стабильности, яркости цвета и химической стойкости фталоцианиновых пигментов в лакокрасочной промышленности. Они широко используются в качестве комплексов меди и алюминия. Фталоцианины также используются в фотодинамической терапии, электрохимических устройствах и солнечных батареях. Представлены методы синтеза, включая циклотетрамеризацию фталонитрила, наиболее распространенные методы. Они отличаются высокими оптическими свойствами и каталитической активностью. В будущем их совершенствование будет способствовать развитию промышленности. Обсуждены научные исследования по физико-химическим свойствам фталоциана и сделаны выводы по данной главе.

Во второй главе диссертации "Синтез и методы исследования алюминиевых и алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов" изучены свойства химических веществ, используемых в исследовании, методы исследования. В исследовании использовались следующие вещества. Фталевый ангидрид играет важную роль в производстве пластификаторов. Применяется как мочевино-азотное удобрение, хорошо растворяется в воде. Серная кислота - сильная минеральная кислота, широко применяемая в промышленности. Борная кислота - слабая неорганическая кислота, используемая в медицине и стекольной промышленности. Хлорид алюминия хорошо растворяется в воде, растворяется и в органических соединениях. Ацетат магния - соль магния и уксусной кислоты, растворимая в воде. Оксид алюминия - бесцветное кристаллическое вещество, обладающее амфотерными свойствами. Синтез фталоцианина и выводы по данной главе.

Синтез фталоцианиновых пигментов, содержащих алюминий и алюминий-магний. Пигмент фталоцианин алюминия: Смесь фталевого ангидрида, карбамида и хлорида алюминия нагревается в микроволновой печи или при высокой температуре. В результате реакции образуется пигмент зелёного цвета. Материалы и методы: 1 моль фталевого ангидрида, 5 моль мочевины, 0,25 моль хлорида алюминия и 0,0005 моль ортоборной кислоты были добавлены и перемешаны. Полученную смесь выдерживали в печи СНОЛ -3,5 3,5 3,5-I 3 при 250 °С в течение одного часа. В результате реакции выделяются газы и фталимиды, которые являются примесями, препятствующими созданию чистого продукта. Чтобы уходящий газ не мешал реакции и был безопасен, установим газоотводную трубку над печью и погрузим шланг, соединенный с трубкой, в сосуд с водой. Это приводит к появлению светло-голубого, пористого материала внутри сосуда. После охлаждения полученного материала до 100 °С добавляют 20 мл 90% концентрированной серной кислоты и перемешивают, образуя темно-зеленый раствор. После охлаждения до 50 °С к полученному раствору добавляют кипяток и перемешивают. Когда раствор растворяется и образуется зеленый осадок, отделенную желто-коричневую жидкость

осторожно переносят в другую емкость и утилизируют. Осадок смешивают с дистиллированной водой и фильтруют через воронку Бухнера вакуумным насосом. Алюминиевый фталоцианин, фильтрованный зеленый материал, сушили в сушильной печи при 100 °С в течение двух часов. Высушенный фталоцианин алюминия измельчают в ступке и просеивают через сито.

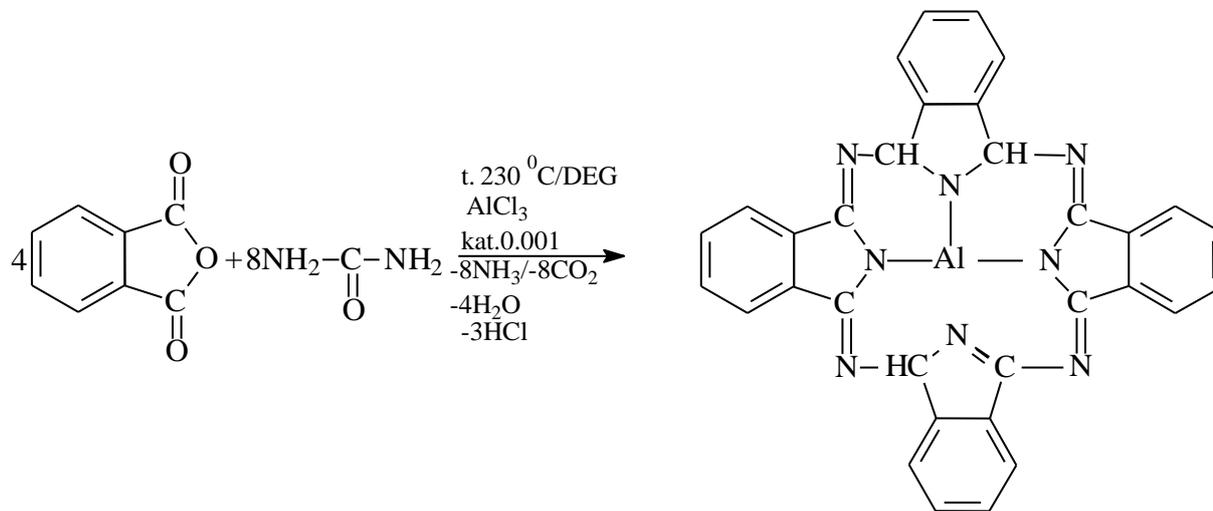


Рисунок 1. Схема синтеза фталоцианина алюминия.

На рисунке 1 изучено изменение выхода пигмента в зависимости от температуры при синтезе на основе приведенной выше формулы. Было обнаружено, что наилучшая температура для синтеза пигмента фталоцианина алюминия составляет 250 °С. Основываясь на проведенных экспериментах, пигмент фталоцианин алюминия дает самые высокие результаты при 250 °С. Из основных свойств было замечено, что интенсивность пигмента лучше, чем при низких температурах.

Пигмент алюминий-магний фталоцианин: Пигменты, полученные в микроволновой печи и при высокой температуре, растворяли в серной кислоте и показали наилучшие результаты при концентрации 80-90%.

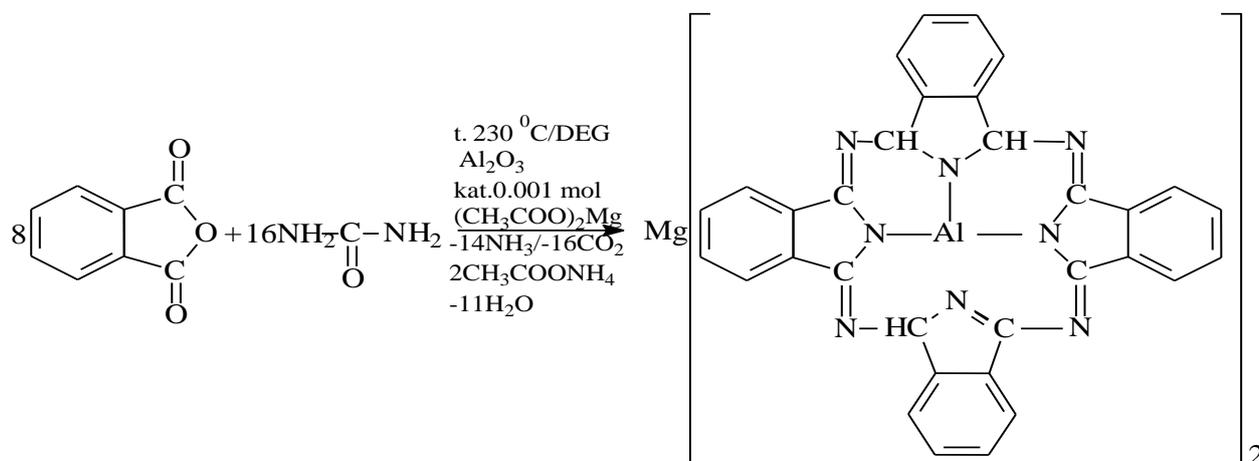


Рисунок 2. Синтез алюминий-магнийсодержащего фталоцианинового пигмента.

Исходя из приведенной выше формулы, было изучено изменение выхода пигмента в зависимости от температуры. Было обнаружено, что наилучшая

температура для синтеза фталоцианинового пигмента, содержащего алюминий-магний, составляет 225 °С. Исходя из проведенных экспериментов, фталоцианиновый пигмент, содержащий алюминий-магний, дает самые высокие результаты при 225 °С. Одним из основных свойств было то, что интенсивность пигмента была лучше, чем при низких температурах.

Фталоцианиновые пигменты, содержащие алюминий и алюминий магний, полученные путем синтеза и растворения серной кислоты в различных массовых соотношениях, были синтезированы путем реакции различных концентраций ионов алюминия и магния, то есть в массовых соотношениях 1;1, 1;2, 1;3 1;4, как показано на рисунке 3.

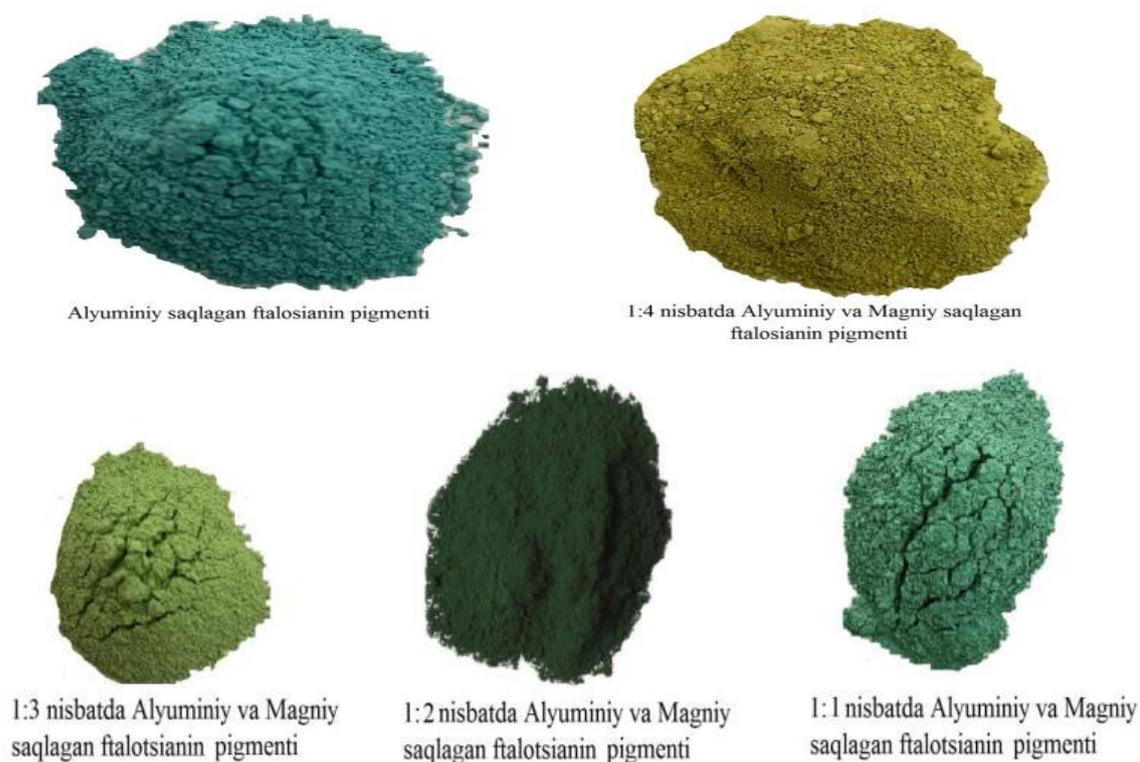


Рисунок 3. Синтез алюминий-магнийсодержащего фталоцианинового пигмента в различных пропорциях.

В третьей главе диссертации, озаглавленной "Результаты исследований алюминий и алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов и их обсуждение," для определения систематического строения алюминий и алюминий-магний содержащих фталоцианинов были проведены анализы с использованием термогравиметрического анализа (ТГА) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДТА), сканирующего электронного микроскопа и инфракрасного ИК-спектра. Проверка качества: Проверяется время высыхания, прозрачность, яркость и другие свойства лака и краски. Алюминиевые и алюминий-магнийсодержащие фталоцианиновые пигменты были синтезированы при высоких температурах и в

микроволновой печи. Эти пигменты являются высококачественными и стабильными веществами, которые могут быть использованы в лакокрасочных изделиях.

Таблица 1.

Сравнение синтезированного алюмомагнийсодержащего фталоцианинового пигмента по ГОСТ 6564-76

№	Название индикатора	Норма показателя		Результаты АІРС
		Высший сорт	Первый сорт	
1	Сила окрашивания (концентрація),%	100	85	95
2	Чистота цветов	Соответствует стандартному образцу		Соответствует
3	Массовая доля воды и летучих веществ,%, не более	0.4	1.5	1.2
4	Массовая доля остатка после мокрого отсева, %, не более	0.1	0,8	0,6
5	Массовая доля остатка после сухого отсева, %, не более	0	0,5	0.4
6	Массовая доля водорастворимых веществ, %, не более	0.1	1.0	1
7	Реакция водной вытяжки (rH)	5,5-7,0	5,5-7,0	6.5
8	Текучесть печатных красок, мм	4.9 - пункт к тесту подходящий		Соответствует
9	Дисперсия, мм:	4.10 - пункт к тесту подходящий		Соответствует
10	для печатных красок	Не мигрирует		Не мигрирует
11	для поливинилхлорида	Соответствует стандартному образцу		Соответствует

ИК-спектр (инфракрасный) пигмента фталоцианина, содержащего алюминий, полученный на спектрометре Shimadzu. Этот график используется для определения различных функциональных групп пигмента фталоцианина алюминия.

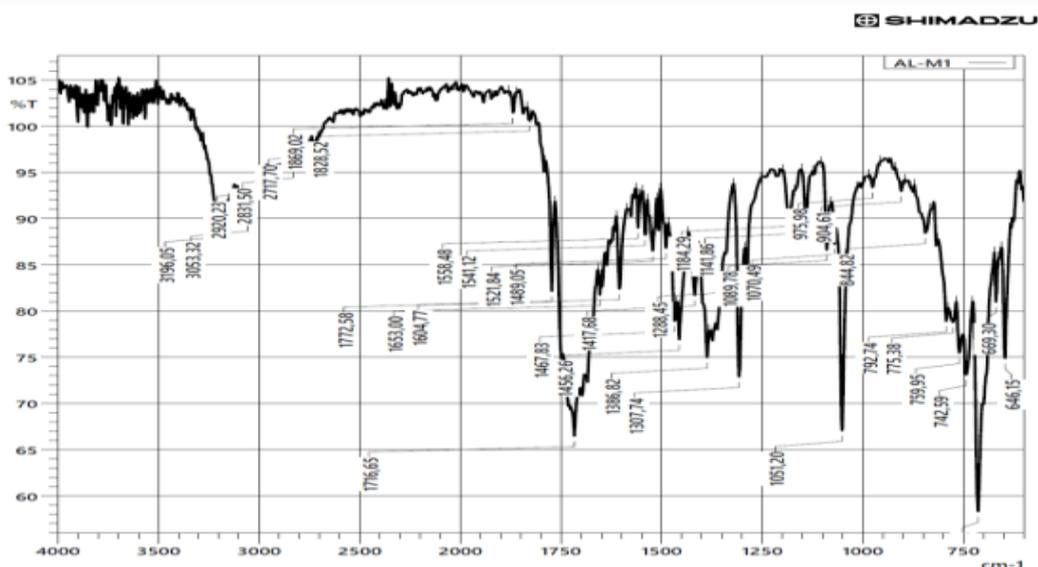


Рисунок 4. ИК-спектры пигментов фталоцианина алюминия

Образование циклов в фталоцианине алюминия видно в области поглощения 742.59 см^{-1} , образование бензольных циклов видно в области поглощения 646 см^{-1} , образование в плоскости С-Н + изоиндол. 1288 см^{-1} , -С- N - 1051 см^{-1} , пиррольные кольца 1307 см^{-1} , атомы азота пиррола 1386 см^{-1} , изоиндол 1456 см^{-1} , -N= 1521 см^{-1} .

ИК (инфракрасный) спектр алюминий-магний содержащего фталоцианинового пигмента, полученный на спектрометре Shimadzu. Этот график используется для определения различных функциональных групп фталоцианинового пигмента, содержащего алюминий-магний.

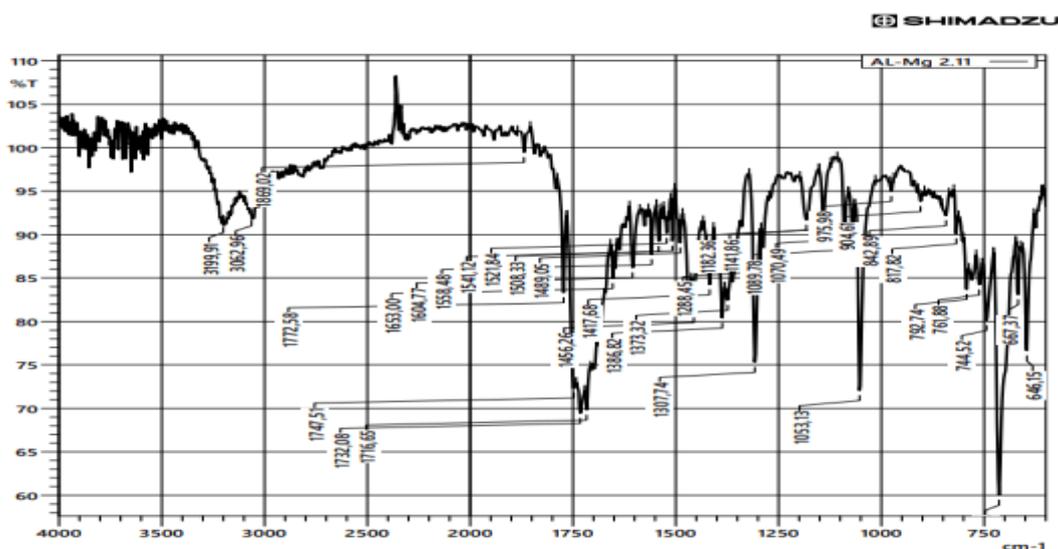


Рисунок 5. ИК спектр алюминий-магнийсодержащего фталоцианинового пигмента

Образование фталоцианиновых колец в фталоцианине алюминий-магния видно в области поглощения 761 см^{-1} , образование в плоскости С-Н + изоиндол видно в области поглощения 1182 см^{-1} , пиррольные кольца видны в области поглощения 1373 см^{-1} , атомы азота пиррола видны в области поглощения 1417 см^{-1} , изоиндол виден в области поглощения 1456 см^{-1} , -N= 1508 см^{-1} .

Термический анализ фталоцианиновых пигментов, содержащих алюминий и алюминий-магний. В данном анализе была изучена термическая стабильность алюминийсодержащего пигмента фталоцианина. Сделаны следующие выводы.

Вышеуказанная термограмма отражает данные, полученные с использованием термогравиметрического анализа (ТГА) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК).

Термогравиметрический анализ (ТГА): после 200 °C начинается потеря массы, в диапазоне $300\text{--}400\text{ °C}$ наблюдаются два основных экзотермических явления. Это может быть результатом распада пигмента или тепловых реакций.

Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДТА): значительные тепловые эффекты наблюдались при 222.13 °C и 348.78 °C .

Пигмент AlPc теряет стабильность при температурах выше 200 °С, но проявляет основные стадии разложения в диапазоне 300-400 °С.

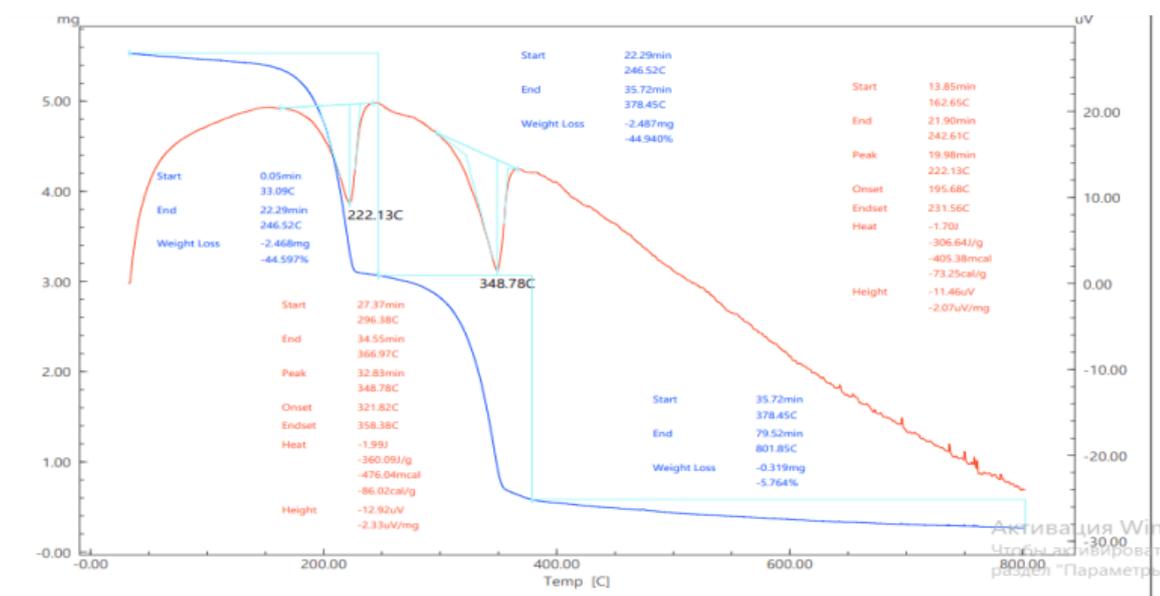


Рисунок 6. Термогравиметрический анализ (ТГА) и анализ дифференциальной сканирующей калориметрии (ДТА) алюминийсодержащего фталоцианина.

Вышеуказанная термограмма отражает данные, полученные с использованием термогравиметрического анализа (ТГА) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК).

Термогравиметрический анализ (ТГА): после 200 °С начинается потеря массы, в диапазоне 300-400 °С наблюдаются два основных экзотермических явления. Это может быть результатом распада пигмента или тепловых реакций.

Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДТА): значительные тепловые эффекты наблюдались при 222.13°С и 348.78 °С. Пигмент AlPc теряет стабильность при температурах выше 200 °С, но проявляет основные стадии разложения в диапазоне 300-400 °С.

Пигмент фталоцианин, содержащий алюминий и магний. Состав кристаллов зеленого цвета после дополнительной очистки и нейтрализации в присутствии реакции свидетельствует о образовании продукта и проявляется в следующем и дифференциальном термогравиметрическом анализе.

На этом рисунке представлены результаты термогравиметрического (ТГА) и дифференциально-термического (ДТА) анализа алюминий-магнитного фталоцианинового пигмента. Анализируя график, можно оценить устойчивость пигмента к температуре, процессы потери массы и тепловые изменения.

Алюминий-магниевый фталоцианин (Mg[AlPc]₂) пигмент: анализ ТГА и ДТА: основные стадии разложения наблюдались в диапазоне 236-408°С. После 408 °С остаточный материал достигает термостойкости. Пигмент Mg[AlPc]₂ устойчив к высоким температурам по сравнению с AlPc и сохраняет свой состав до 400 °С.

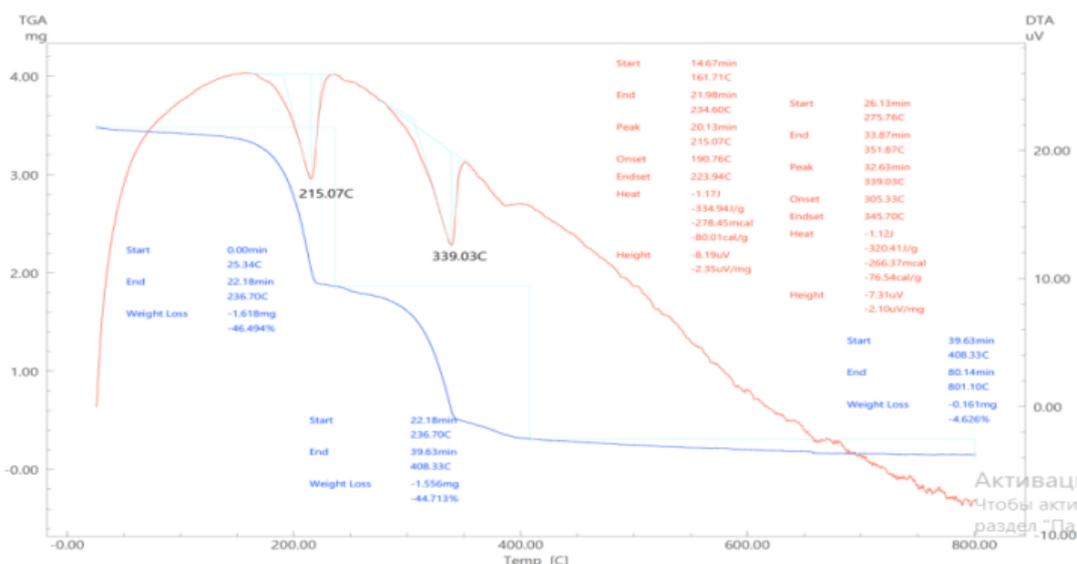


Рисунок 7. Термогравиметрический (ТГА) и дифференциально-термический (ДТА) анализ фталоцианинового пигмента, содержащего алюминий магний.

Электронный сканирующий микроскоп (ЭСМ) и элементный анализ алюминиевых и алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов. Синтезированные алюминиевые и алюминий-магнийсодержащие фталоцианиновые пигменты исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа MIRA 2 LMU, оснащенного энергодисперсионной микроаналитической системой INCA Energy 350.

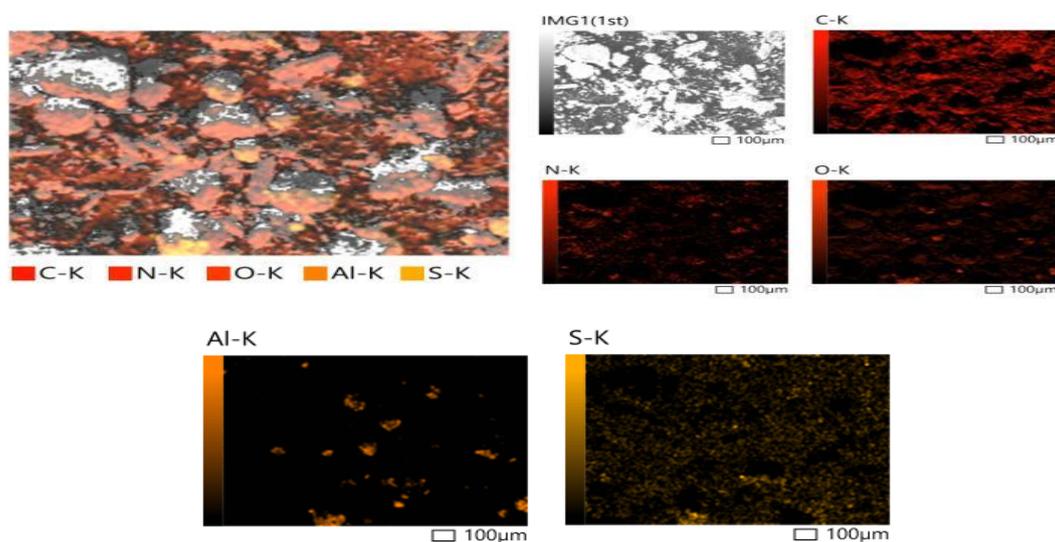


Рисунок 8. Анализ пигмента фталоцианина алюминия на электронном сканирующем микроскопе (СЭМ)

Микроскопический анализ проводился на детекторе энергии INCA с разрешением 1 нм, который является анализом фталоцианинов от бериллия до плутония. Анализ с помощью сканирующего электронного микроскопа проводился под высоким вакуумом. СЭМ-анализ фталоцианина алюминия (AlPc): Размер частиц пигмента составляет 28-35 нм. Результаты элементного анализа показали наличие углерода (C), азота (N), кислорода (O), серы (S) и

алюминия (Al). Элементарный анализ: С (65.72%), N (16.75%), O (4.81%), S (1.22%), Al (10.47%). С-К (Углерод): Это основной структурный элемент фталоцианина алюминия, который является основным строительным блоком органических молекул. N-К (азот): Азот участвует в качестве связи и основной функциональной группы в основных структурах фтора. O-К (кислород): Это нечасто, но этот кислород образуется в результате окисления молекул или других соединений. Al-K Алюминий: Алюминий является центральной частью фталоцианина, и этот анализ К-S- (серы): Это может быть побочной или функциональной группой.

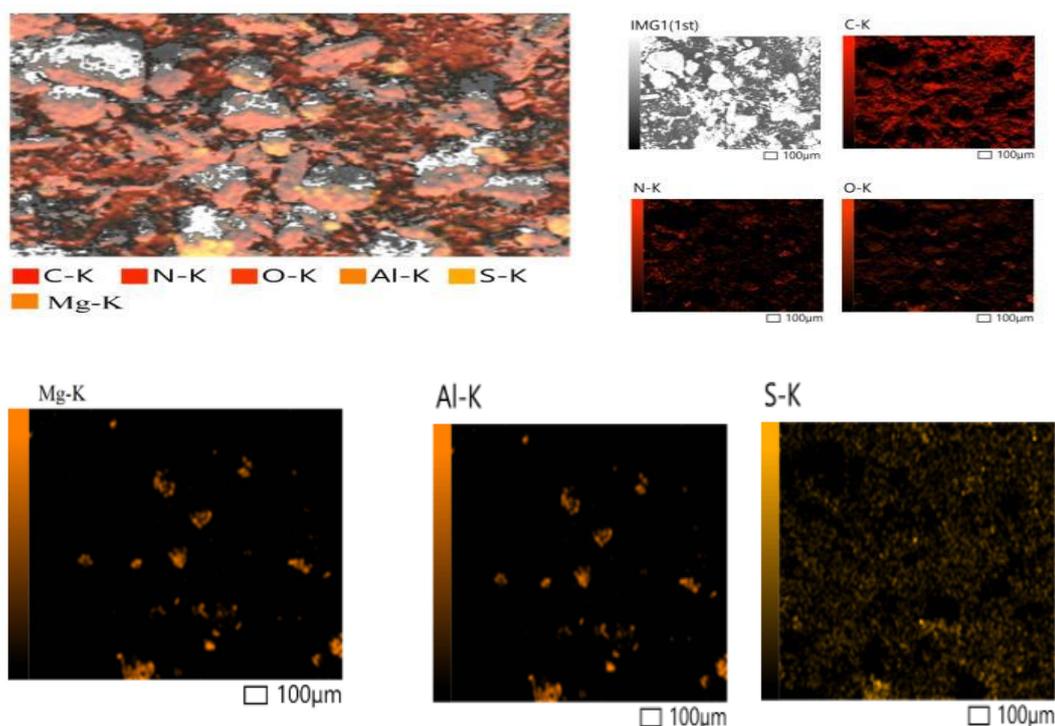


Рисунок 9. Анализ алюминий-магнийсодержащего фталоцианинового пигмента на электронном сканирующем микроскопе (СЭМ)

Микроскопический анализ проводился на детекторе энергии INCA с разрешением 1 нм, который является анализом фталоцианинов от берилия до плутония. Анализ с помощью сканирующего электронного микроскопа проводился под высоким вакуумом. СЭМ-анализ алюминий-магниевого фталоцианина: Размер частиц пигмента составляет 28-35 нм. Результаты элементного анализа показали наличие углерода (С), азота (N), кислорода (O), серы (S), алюминия (Al) и магния (Mg). Элементарный анализ: С (64,72%), N (15,75%), O (4,81%), S (1,22%), Al (10,47%), Mg (3,03%).

Во главе диссертации **"Технико-экономическая эффективность и технологическая схема алюминий- и алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов"** разработана технологическая схема получения алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов. На базе ООО "Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии" разработана технология производства алюминиевых и алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов. Особенностью и преимуществом рекомендуемой технологической схемы для алюминиевых

и алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов является осуществление технологического процесса в непрерывном режиме, удобство изготовления реактора из стандартных материалов, а также удобство поддержания технологического процесса.

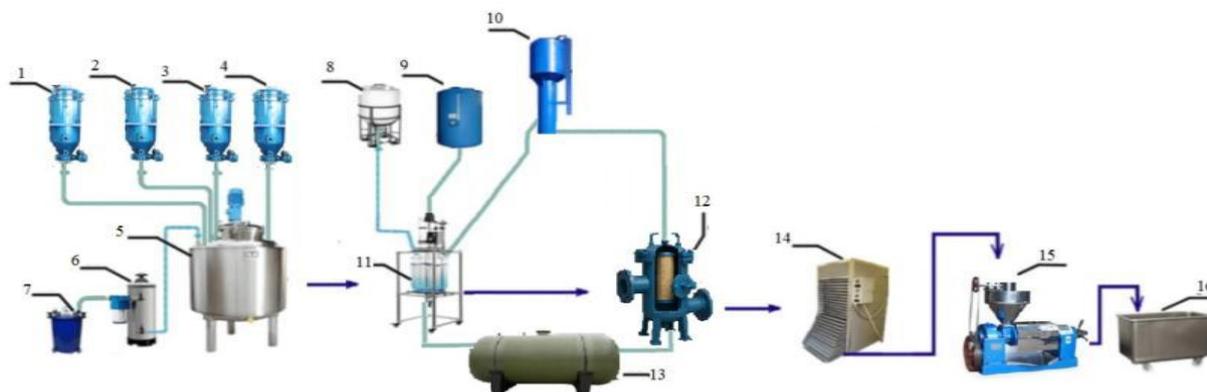


Рисунок 10. Технологическая схема получения алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов

1 - дозатор (бункер) для мочевины; 2-дозатор (бункер) для фталевого ангидрида; 3 - дозатор (бункер) для оксида алюминия; 4 - дозатор (бункер) для ацетата магния; 5-химический реактор с основным смесителем; 6-циркуляционный насос; 7-абсорбер газопоглощающего устройства; 8 - бак для приготовления раствора карбоната натрия; 9 - резервуар для серной кислоты; 10 - водонапорная башня; 11 - реактор для растворения и нейтрализации фталоцианина; 12-рамочный фильтр-пресс; 13-резервуар для сбора раствора серной кислоты; 14-конвекционная сушильная печь; 15-валиковая дробилка; 16-аппарат для упаковки полученного пигмента.

В данной технологической схеме синтезируется пигмент фталоцианин. Исходное сырье (1,2,3,4) вводят в основной реактор синтеза (5) и добавляют необходимые химические реагенты. Температура поднимается до 300 °С. Когда температура достигает 200 °С, начинают выделяться аммиак, фталевый имид и углекислый газ. Этот газ охлаждается и собирается через поглощающий насос (6). (7) После того, как реакция длится 120 минут, реактор синтеза охлаждается и направляется в реактор (11) для растворения и нейтрализации фталоцианина. Этот полученный продукт направляется на очистку от дополнительных загрязнений через 90% серную кислоту (9) и оставляется на 30 минут. Для очистки полученного фталоцианинового пигмента от сульфат-ионов добавляют 20%-ный раствор карбоната натрия (8) и воду (10), после чего образовавшийся сульфат натрия утилизируют, направляя раствор в специальную емкость (13). Полученный зеленый фталоцианиновый пигмент помещают в сушильную печь (14) и сушат при температуре 100 °С в течение 240 минут. Высушенный продукт измельчают в дробилке (15) и упаковывают (16).

Разработка экономической эффективности получения пигментов для высокотемпературных лакокрасочных изделий. Согласно результатам исследований, синтезированные алюминиевые, алюминий-магнийсодержащие пигменты являются активными пигментами, которые в основном взаимодействуют с олигомерами и полимерами и используются в различных областях. Используется для окрашивания и повышения

устойчивости пластиковых изделий к внешним воздействиям, при изготовлении стабилизаторов для полиэтиленовых пленок, эмали, красок для издательско-полиграфических целей, лакокрасочных составов, окрашивания хлопчатобумажных тканей и в других областях.

Таблица 2

Стоимость сырья для производства 1 тонны синтезированного пигмента Mg[AlPc]₂

№	Пигмент Al - Mg	Стоимость сырья, сум	1 тонна пигментного сырья, кг	Стоимость 1 тонны пигмента (1000 кг)
1	Фталевый ангидрид	19425	199.5	3875287
2	Оксид алюминия	1 26 000	147.2	18547200
3	Мочевина	3 490	346.3	1208587
4	Ацетат магния	2 6 000	307.4	79924 00
5	Катализатор	18000	10	180000
6	Серная кислота	3200	462	1478400
Всего				3 3281874

Все затраты на производство пигмента Mg[AlPc]₂ были рассчитаны как 39424155 сум на 1 тонну готовой продукции в рыночной экономике производства и готовой продукции (таблица 3).

Таблица 3.

Себестоимость 1 тонны синтезированного алюминий-магниевый пигмента Pс

1	Непредвиденные расходы	10 00000
Всего		34281874
2	Налог 15%	5 142281
Общий		3 9424155

В таблице 3 рассчитано, что при производстве синтезированного пигмента Mg[AlPc]₂ стоимость 1 кг готового пигмента составляет 39424,155 сумов.

В таблице 4 приведено, что цена 1 кг готового пигмента AlClPc PR 15:1, импортируемого из-за рубежа, в Узбекистане составляет 96200 сумов.

Таблица 4.

Себестоимость синтезированного пигмента Mg[AlPc]₂

Нет.	Пигмент Al - Mg	Стоимость сырья, сум	Сырье в 1 тонне пигмента, кг	Стоимость 1 тонны пигмента (1000 кг)	Пигмент Al -Mg
1	Al - MgPc	Кг	1000	3 9424 ,1 5 5	39424155
Общий					39424155

Формула расчета экономической эффективности использования синтезированного пигмента Mg[AlPc]₂ в качестве импортозамещающего пигмента выглядит следующим образом:

$$E_{eff} = (Q_{имп} - Q_{син}) \cdot S$$

Здесь: Q имп – стоимость 1 тонны импортного пигмента AlCl Pс PR 15:1 в узбекских сумах

Q син – стоимость 1 тонны синтезированного пигмента Al - Mg Pc в узбекских сумах

S – объем необходимого пигмента с учетом всех отраслей химической промышленности, тонн

$$\text{Ээфф} = (96200000 - 39424155) \cdot 110 = 6245342950 \text{ сум}$$

Таким образом, ожидаемый экономический эффект достигается при производстве синтезированных пигментов AlPc и Mg[AlPc]₂, если полученная прибыль рассчитывается в 6245342950 сумах или долларах США, то текущий курс доллара в Узбекистане составляет 1 доллар США=12950 сумов и $6245342950/12950 = 482265$ долларов без учета транспортных расходов, экономическая эффективность составляет 482265 долларов в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Определены оптимальные условия получения высококачественных алюминийсодержащих и алюминий-магнийсодержащих фталоцианиновых пигментов в присутствии фталангидрида, карбамида, солей металлов и катализатора, а также разработана технология процессов синтеза.

2. При получении пигментов из полученных фталоцианиновых соединений, содержащих алюминий и алюминий-магний, путем обработки высококонцентрированной серной кислотой и целенаправленного изменения состояния α пигментов была получена β кристаллическая модификация, при этом было доказано, что она полностью соответствует требованиям ГОСТ 6220-76.

3. Структурная структура синтезированных алюминиевых и алюминий-магнийсодержащих металлоорганических пигментов была предложена методами СЭМ, ИК-спектроскопии и высокотемпературных свойств дериватографа.

4. Установлено, что интенсивность окраски, термическая и химическая стабильность синтезированных металлоорганических пигментов напрямую связаны с концентрацией серной кислоты и нейтрализацией.

5. Синтезированные пигменты были сопоставлены с лакокрасочными изделиями, их физико-химические свойства были определены по стандарту ГОСТ 6465-76, и было рекомендовано использовать приготовленную эмаль ПФ-115 в качестве целесообразного покрытия для защиты поверхности металлических и древесных материалов.

6. На основании полученных научных результатов по разработке технологии получения металлоорганических пигментов с фталоцианиновым составом AlPc и Mg[AlPc]₂ утверждены актом "SOF PAINTS" и справкой No 02/15-1963 от 16 июня 2025 года "Ассоциации предприятий промышленности строительных материалов Узбекистана."

**SINGLE SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC
DEGREES DSc.16/30.12. 2019.K/T.87.01 AT TASHKENT SCIENTIFIC
RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL
TECHNOLOGY**

**TASHKENT SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL
TECHNOLOGY**

TAJIKULOV MUKHTORBЕК EGAMBERDI OGLI

**DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR OBTAINING PIGMENTS
FOR PAINT AND COATING MATERIALS BASED ON HYBRID
PHTHALOCYANINE COMPOUNDS CONTAINING ALUMINUM AND
MAGNESIUM**

02.00.14– Technology of organical compounds and materials on their base

**DISSERTATION OF ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2026

The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the ministry of Higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2025.3.PhD/T5841.

The dissertation has been prepared at the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology.

The abstract of dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the scientific council www.tktiti.uz and on the website of «ZiyoNet» Information and Educational portal www.ziynet.uz.

Research supervisor:	Fayziyev Jahongir Bahromovich Doctor of Philosophy in technical sciences (PhD), senior researcher
Official opponents:	Yodgorov Normuhammad Doctor of chemical Sciences, professor Sottiqulov Elyor Sotimboyevich. Doctor of technical sciences, senior researcher
Leading organization:	Bukhara state university

The defense of the dissertation will take place on " " January 2026 at "9⁰⁰" hours at a meeting of the Scientific Council DSc.16/30.12.2019.K/T.78.01 at the Tashkent Research Institute of Chemical Technology at the address: 111116, Tashkent region, Tashkent district, pos. Ibrat n/a Shurabazar phone: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

The dissertation was registered at the Information Resource Center of Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology No. 2026/01, which can be found at the IRC (111116, Tashkent region, Tashkent district, Shurabazar phone: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

The abstract of the dissertation was sent out " " december 2025.
(distribution protocol No. 2026/01 dated " " January 2026).

A.T. Djalilov
chairman of the scientific council for
awarding of the scientific degrees,
doctor of chemical sciences, akademik

Sh.N. Qiyomov
scientific secretary of the scientific
council for awarding the scientific degrees,
doctor of technical sciences., senior researcher

H.S. Beknazarov
chairman of the scientific seminar under scientific
council for awarding the scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the study is to develop a technology for producing phthalocyanine pigments of various colours by deliberately altering the concentration of aluminium and magnesium.

As an object Phthalocyanine pigments synthesized based on phthalic anhydride, carbamide, metal salts, catalysts, and compounds containing aluminum and aluminum-magnesium.

The scientific novelty of the research is as follows: Methods have been developed for synthesizing new phthalocyanine complexes of various colors by deliberately changing the ratios of aluminum and magnesium ions (1:1, 1:2, 1:3, and 1:4) in the presence of phthalic anhydride, urea, and catalysts.

When obtaining pigments that meet the requirements of GOST-6220-76, it was established that the optimal method is to dissolve the synthesized aluminum- and aluminum-magnesium-containing phthalocyanines in 90% sulfuric acid, followed by neutralization in a 20% sodium carbonate solution.

Methods for using aluminum-magnesium-containing phthalocyanine pigments in the preparation of PF-115 enamels have been developed, and research results have established that the optimal amount of pigment is 5.6 kg per 100 kg of enamel composition.

It has been established that the high anti-corrosion properties, static and dynamic strength of PF-115 enamels manufactured in accordance with the requirements of GOST 6465-76 depend on phthalocyanine pigments containing aluminum and aluminum-magnesium;

A cost-effective and environmentally friendly technology for producing new phthalocyanine pigments containing aluminum and aluminum-magnesium has been developed.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained in the development of technology for producing new phthalocyanine pigments containing aluminum and aluminum-magnesium:

the technology for producing synthesized aluminum and aluminum-magnesium-containing phthalocyanine pigments and manufacturing multicolored PF-115 type enamels has been put into practice at the Tashkent Research Institute of Chemical Technology and the limited liability company "SOF PAINTS" (reference No. 02/15-1963 dated June 16, 2025, from the Association of Building Materials Industry Enterprises of Uzbekistan). As a result, the use of aluminum-magnesium-containing phthalocyanine pigments has made it possible to reduce the amount of pigment in the enamel composition from 10 to 5.6 kg;

the technology for producing phthalocyanine pigments containing aluminum and aluminum-magnesium has been put into practice at the Tashkent Research Institute of Chemical Technology and SOF PAINTS Limited Liability Company (reference No. 02/15-1963 dated June 16, 2025, from the Association of Building Materials Industry Enterprises of Uzbekistan). As a result, it has become possible

to use high-quality import-substituting phthalocyanine pigments of five different colors as a local product.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices, totaling 103 pages.

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

I bo'lim (I часть, I part)

1. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B., Termik barqaror ftalosianin kompleks sintezi IQ spektri tahlili va ftalosianin kompleksi qo'shilgan alkid emal bo'yoqning derivatogrammasi tahlili// Jurnal "International scientific journal "Interpretation and researches" Volume 1 issue 14 | ISSN: 2181-4163 | UIF-2023: 8.2 162-167 bet. OAK ning 13.06.2022 yildagi №01-07/1368 sonli qarori.

2. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B. Lok bo'yoq mahsulotlari uchun yuqori haroratga chidamli ftalosianin pigmentlari sintezi va IQ-spektri taxlili // Jurnal "Talqin va tadqiqotlar ilmiy-uslubiy jurnali Impact Factor: 8.2 | 2181-3035 | № 3(40) 34-37 bet. 12. Index Copernicus; 23. Scientific Journal Impact Factor.

3. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B., Djalilov A.T. Synthesis of aluminum and magnesium retaining phthalocyanine pigments for thermal stable lacquer paint products and their research // Jurnal "Science and innovation international scientific journal volume 3 issue 9 september 2024 issn: 2181-3337 | scientists.uz. 69-73 bet. OAK ning 13.06.2022 yildagi №01-07/1368 sonli qarori.

4. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B., Djalilov A.T. Physicochemical analysis of lacquer paint products containing aluminium-magnesium preservative phthalocyanine pigment //Universum: технические науки. – 2025. – №. 5-8 (110). – С. 12-16. (02.00.00; № 1).

5. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B., Djalilov A.T. Synthesis of temperature and mass ratio of aluminum magnesium-contained phthalocyanine pigments //Universum: технические науки. – 2025. – №. 2 (131). – С. 15-17. (02.00.00; № 1)

6. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B., Harorat va massa nisbatining alyuminiy-magniy ftalosianin pigmentlariga ta'siri" Qo'qon DPI Ilmiy habarlar 2025-yil 6-son 165-170 bet. Jurnal Oliy Attestatsiya Komissiyasi Rayosatining 2021-yil 31-martdagi 295/6-son qarori.

II bo'lim (II часть, II part)

7. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B.,Umirov.N.B., Kobalt saqlovchi ftalosianin pigmentining termogravimetrik va differentsial termik analizi (DTA) // Nazariy va eksperimental kimyo hamda kimyoviy texnologiyaning zamonaviy muammolari Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman. 26.10.2023. 94-96 bet.

8. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B.Beknazarov H C., Kobalt ftalosianin kompleksini sintezi va IQ spektri tahlili // Nodir va noyob metallar kimyosi va texnologiyasi: bugungi holati,muammolari va istiqbollari" respublika ilmiy-amaliy anjuman. 2023-yil 28-29-aprel 228-229 bet

9. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B.Beknazarov H C. Kobalt ftalosianin kompleksi qo'shilgan alkid emal bo'yoqning derivatogrammasi tahlili // "Nodir va noyob metallar kimyosi va texnologiyasi: bugungi holati,muammolari va istiqbollari" respublika ilmiy-amaliy anjuman. 2023-yil 28-29-aprel 250-252 bet.

10. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B. Alyuminiy saqlovchi ftalosiyanin pigmentining differentsial termik analizi (DTA) va termogravimetrik tahlili (TGA) // “Tabiiy fanlar sohasidagi dolzarb muammolar va innovatsion texnologiyalar xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi 2024 yil 4-5 aprel 61-62 bet.

11. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B., Djalilov A.T. Lok bo‘yoq maxsulotlari uchun alyuminiy-magniy saqlagan ftalosiyanin pigmentlari sintezi termogravimetrik analizi.// “O‘zbekistonda ilm-fan, kimyoviy texnologiya va ishlab chiqarish istiqbollari” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi ” Navoiy 2024-yil 15-noyabr 8-9 bet.

12. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B, Alyuminiy magniy saqlovchi ftalosiyanin pigmentlarini IQ-spektr analizi. // “Международная научно-техническая конференция коллоидная химия: инновации и решения для химической технологии, экологии и промышленности” международная научно-техническая конференция 7-8 февраля 2025 года город Термез 1003-1004 bet..

13. Tojiqulov.M.E., Fayziyev J.B, Thermogravimetric analysis of paint and varnish products containing aluminum-magnesium preservative phthalocyanine pigment // Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ» Алматы, Казахстан, 3-5 апреля 2025 года 405-406 bet

Avtoreferat “O‘zbekiston kimyo jurnali” tahririyatida tahrir qilindi.



№ 10-3279

Bosishga ruxsat etildi: 18.12.2025.
Bichimi: 60x84 ^{1/16} “Times New Roman”
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 2,8. Adadi 100. Buyurtma: № 215
Tel: (99) 832 99 79; (77) 300 99 09
Guvohnoma reestr № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” MChJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko‘chasi, 6-uy.