

MAGNIYLI KATALIZATOR ASOSIDA KOBALT FTALOTSIANIN PIGMENTINING IQ SPEKTRI TAHLILI

Elomonova Nozima G'ulom qizi

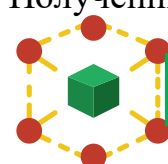
Termiz davlat universiteti talabasi

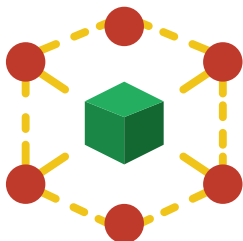
E-mail: nozimaelonova@gmail.com

Annotatsiya : Mazkur maqolada magniyli katalizator ishtirokida kobalt ftalotsianin pigmentini sintez qilishning ilmiy asoslari, texnologik jarayonlari hamda hosil bo'lgan mahsulotning infraqizil (IQ) spektroskopiya usuli yordamida tuzilishini aniqlash natijalari bayon etilgan. Tadqiqot davomida magniyli katalizatorning siklotetramerlanish reaksiyasi tezligiga, pigment hosil bo'lish unumiga, kristallanish darajasiga va mahsulotning fizik-kimyoviy xossalriga ta'siri o'rganildi. Olingan pigmentning IQ spektri tahlili natijasida ftalotsianin makrosiklining muvaffaqiyatli hosil bo'lganligi, C=N, C-N va aromatik C=C bog'lariga xos yutilish chiziqlari aniqlanib, sintez jarayonining to'liq amalga oshganligi tasdiqlandi. Tadqiqot natijalari magniyli katalizatorlardan foydalanish kobalt ftalotsianin pigmentini yuqori unum bilan olish, uning sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash hamda energiya tejankor sintez texnologiyalarini rivojlantirish uchun istiqbolli usul ekanligini ko'rsatadi.

Abstract : This article discusses the scientific principles and technological aspects of synthesizing cobalt phthalocyanine pigment using a magnesium-based catalyst, together with the structural characterization of the synthesized product by infrared (IR) spectroscopy. The effect of the magnesium catalyst on the cyclotetramerization reaction rate, pigment yield, crystallinity, and physicochemical properties of the product was investigated. IR spectral analysis confirmed the successful formation of the phthalocyanine macrocycle and revealed the characteristic absorption bands corresponding to C=N, C-N, and aromatic C=C bonds, indicating the successful completion of the synthesis process. The obtained results demonstrate that the use of magnesium-based catalysts is an effective approach for producing high-quality cobalt phthalocyanine pigments with improved yield and enhanced physicochemical properties while contributing to the development of energy-efficient synthesis technologies.

Аннотация: В данной статье рассмотрены научные основы и технологические особенности синтеза пигмента фталоцианина кобальта с использованием магнийсодержащего катализатора, а также исследование структуры полученного продукта методом инфракрасной (ИК) спектроскопии. В ходе исследования изучено влияние магниевого катализатора на скорость реакции циклотетрамеризации, выход пигмента, степень кристалличности и физико-химические свойства синтезированного продукта. Анализ ИК-спектров подтвердил образование макроциклической структуры фталоцианина и наличие характерных полос поглощения, соответствующих связям C=N, C-N и ароматическим C=C. Полученные





результаты свидетельствуют о том, что применение магнийсодержащих катализаторов способствует повышению выхода продукта, улучшению его качественных характеристик и развитию энергоэффективных технологий синтеза высококачественного пигмента фталоцианина кобальта.

Kalit soʻzlar: kobalt ftalotsianin, metall ftalotsianin, magniyli katalizator, pigment sintezi, fizik-kimyoviy xossalari, FTIR spektroskopiyasi, termogravimetrik tahlil (TGA), differensial termik tahlil (DTA), SEM-EDS tahlili, termik barqarorlik, makrotsiklik kompleks, organik pigment.

Kirish

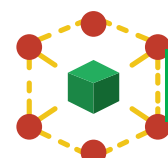
Metall ftalotsianinlar (MePc) soʻnggi oʻn yillikda yuqori termal, kimyoviy va optik barqarorlikka ega boʻlgan makrotsiklik kompleks birikmalar sirasiga kiradi. Ularning oʻziga xos elektrokimyoviy, fotokimyoviy va fotofizik xususiyatlari tufayli mazkur birikmalar fotodinamik terapiya, quyosh energetikasi, kimyoviy sensorlar, katalitik jarayonlar, elektronika hamda funksional qoplamalar yaratishda keng qoʻllanilmoqda [1,2].

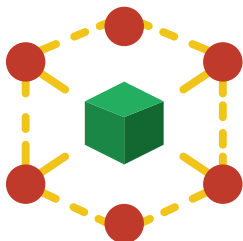
Metall ionlari boʻlgan metall ftalotsianin komplekslarining ligand markazida Zn(II), Al(III), Ga(III), In(III), Si(IV) va Ge(IV) metallari hamda liganda toʻrt yoki sakkiz N-alkilpiridiloksi guruhlari tayyorlangan. Yutilish spektrlari spektrning UV qismida Soret bandining past intensivligini va qizildan uzoq qizilgacha boʻlgan mintaqada ($\lambda = 671\text{--}697\text{ nm}$) Q-bandning kuchli koʻrinishini koʻrsatdi. Fluoresensiya metall ionlari va oʻrinbosar moddalarning turiga qarab 0,1–0,33 dan 2,8–4,9 nm gacha boʻlgan kvant rentabelligi bilan aniqlangan. Organik erituvchilarda barcha komplekslar monomer holatda boʻladi, lekin suvli eritmalarda ular agregatsiyani koʻrsatadi, Ga(III) ftalotsianinlar bundan mustasno [3].

Ftalotsianinlar va porfirazinlar strukturaviy oʻzgaruvchanlik jihatidan turli sintetik usullar orqali nosimmetrik yoki asimmetrik oʻrinbosarlangan hosilalarga aylantiriladi. Ftalotsianinlar (Pc) mustahkam va yorqin rangli makrotsikllar boʻlib, yuqori kimyoviy, termal va yorugʻlik barqarorligiga ega hamda fotovoltaik qoʻllanilishlar uchun muhim hisoblanadi [4,5].

Turli tuzilishdagi oʻrinbosarlar saqllovchi boshlangʻich ftalogenlarni sintez qilishda ularning suvli va tuz eritmalaridagi agregat holati muhim ahamiyatga ega. Sintez qilingan ftalotsianinlarni ion qatlamlar shaklida elektrostatik immobilizatsiya qilish imkoniyatlari ham oʻrganilgan [6].

Yuqori gidrofob organik pigmentlarni sintez qilishda ularning namlanishi va reologik xususiyatlari sirt faol moddalar taʼsiriga bogʻliq. Masalan, uglerod qora (CB) va mis ftalotsianin koʻk (CuPc) pigmentlari bilan olib borilgan tadqiqotlar sirt faol moddalarning namlanish burchagiga taʼsirini koʻrsatgan [7].





Ftalotsianinlarning (Pc) supramolekulyar tashkil etilishi va suvli muhitda agregatsiyani kamaytirish uchun sirt faol moddalar qo'llaniladi. Bu yondashuv fotodinamik terapiya va funksional materiallar yaratishda muhimdir [8].

Organik pigmentlar ko'pincha polimer lateks bilan qoplanib, suvli siyohlarda barqaror dispersiyalar hosil qiladi va bu ularning qo'llanilish samaradorligini oshiradi [9].

Metall-organik ftalotsianinlar (MOF) esa yangi kristall materiallar sinfi bo'lib, energiya saqlash va nano/mikro tizimlarda qo'llanilishi bilan ajralib turadi [10].

Shuningdek, metall ftalotsianinlar fotoredoks katalizatorlar sifatida organik sintez va polimer kimyosida keng qo'llanilib, yuqori selektivlik va samaradorlikni ta'minlaydi [11].

Koordinatsion kimyoda ftalotsianinlar bo'yoqlar, katalizatorlar, sensorlar va elektroximik materiallar sifatida muhim o'rin egallaydi [12–16].

Tajriba qismi. Tarkibida metall saqllovchi kobalt ftalotsianin (CoPc) sintezi uchun quyidagi moddalar o'lchab olindi:

Ftalangidrid — 20 g

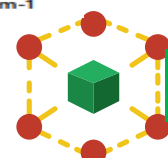
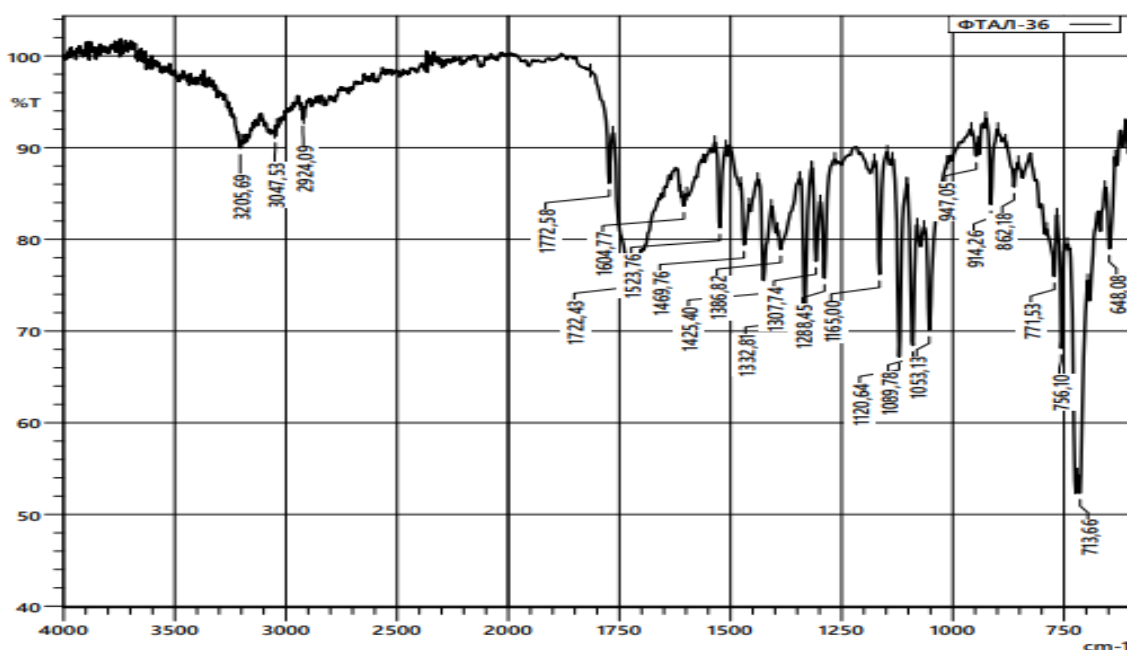
Mochevina — 40 g

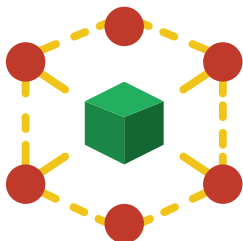
Magniy atsetat — 2 g

Kobalt xlorid — 4 g

Ortoborat kislota — 0.003 g

Moddalar aralashtirilib, issiqlikka chidamli idishga solindi va 200°C haroratdagi pechga joylashtirildi. Reaksiya 2 soat davom etdi. Keyin massa 33.6 g ni tashkil etdi. Olingan mahsulot sulfat kislota bilan ishlanib, neytrallandi va filtrlendi. Quritilgandan so'ng Co-MgPc namunasi keyingi tahlillar uchun tayyorlandi.





Kobalt ftalotsianin pigmenti sanoatda keng qo'llaniladigan metallftalotsianinlar guruhiga mansub bo'lib, u odatda ftal angidrid yoki ftalonitril, karbamid, kobalt(II) tuzlari hamda katalizator ishtirokida yuqori haroratda sintez qilinadi. Mazkur tadqiqotda sintez jarayonini jadallashtirish va mahsulot unumdorligini oshirish maqsadida magniyli katalizatorlardan foydalanish ko'rib chiqildi. Katalizator sifatida magniy oksid (MgO) yoki magniy xlorid (MgCl₂) qo'llanilishi reaksiyaning samarali kechishiga xizmat qiladi.

Sintez jarayoni odatda 180–220 °C harorat oralig'ida amalga oshiriladi. Dastlab ftal angidrid (yoki ftalonitril), karbamid, kobalt(II) tuzi va magniyli katalizator ma'lum nisbatlarda aralashtiriladi. Aralashma bir jinsli holatga keltirilgandan so'ng qizdiriladi va siklotetramerlanish reaksiyasi boshlanadi. Reaksiya davomida to'rtta izoindol fragmenti o'zaro birikib, markazida kobalt atomi joylashgan ftalotsianin makrosikli hosil qiladi. Jarayon yakunlangach, reaksiya mahsuloti sovutiladi, erituvchi va qo'shimchalardan tozalanadi, filtrlanadi, distillangan suv bilan yuviladi hamda quritiladi. Natijada to'q ko'k rangli kobalt ftalotsianin pigmenti olinadi.

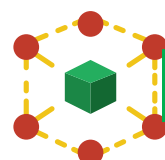
Magniyli katalizatorning asosiy vazifasi siklotetramerlanish reaksiyasini faollashtirishdan iborat. U reaksiyaning faollanish energiyasini kamaytiradi, makrosiklik tuzilmaning tezroq hosil bo'lishiga yordam beradi hamda yon reaksiyalarni cheklaydi. Natijada pigmentning chiqish unumi ortadi, zarrachalarning kristallik darajasi yaxshilanadi va mahsulotning rang intensivligi yuqori bo'ladi. Bundan tashqari, katalizator qo'llanilishi sintez vaqtini qisqartirish va energiya sarfini kamaytirishga ham imkon beradi.

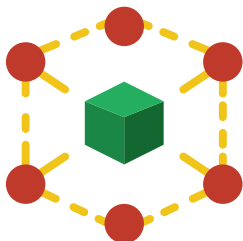
Sintez qilingan pigmentning kimyoviy tuzilishini tasdiqlash maqsadida infraqizil (IQ) spektroskopiya usulidan foydalaniladi. IQ spektr molekuladagi funksional guruhlar va kimyoviy bog'larning tebranish chastotalarini aniqlash imkonini beradi. Kobalt ftalotsianinga xos asosiy yutilish polosalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Kobalt ftalotsianin pigmentining IQ spektridagi asosiy yutilish polosalari

To'lqin soni, sm ⁻¹	Tebranish turi	Kimyoviy bog' yoki guruh	Tahlil natijasi
3050–3100	Valent tebranish	Aromatik C–H	Benzol halqalarining mavjudligini ko'rsatadi
1600–1620	Valent tebranish	C=N	Ftalotsianin makrosiklining hosil bo'lganligini tasdiqlaydi
1500–1450	Skelet tebranishi	Aromatik C=C	Aromatik halqaning mavjudligini ko'rsatadi





1330–1280	Valent tebranish	C–N	Izoindol fragmentlari hosil bo'lganligini bildiradi
1160–1120	Skelet tebranishi	C–N	Makrosiklik tuzilmaning barqarorligini tasdiqlaydi
1090–1020	Skelet tebranishi	C–N	Ftalotsianin halqasiga xos tebranishlar
900–730	Deformatsion tebranish	Aromatik C–H	Aromatik halqaning tekislikdan tashqaridagi tebranishlari
2230 atrofida	C≡Nvalent tebranishi	Nitril guruhi	Cho'qqining kuzatilmasligi ftalonitrilning to'liq reaksiyaga kirishganligini ko'rsatadi

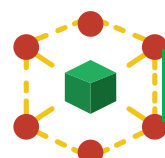
IQ spektr natijalari shuni ko'rsatadiki, 1600–1620 sm^{-1} oralig'idagi intensiv yutilish polosasi C=N bog'larining hosil bo'lganligini tasdiqlaydi. 1330–1280 sm^{-1} oralig'idagi cho'qqilar C–N bog'lariga, 1500–1450 sm^{-1} diapazonidagi yutilishlar esa aromatik C=C bog'lariga tegishlidir. 2230 sm^{-1} atrofidagi nitril guruhiga xos cho'qqining kuzatilmasligi boshlang'ich ftalonitrilning to'liq reaksiyaga kirishganligini va sintez muvaffaqiyatli yakunlanganligini ko'rsatadi.

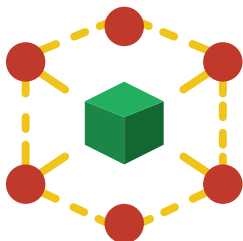
Muammo va tahlili

Kobalt ftalotsianin pigmentini sanoat miqyosida sintez qilish jarayonida bir qator texnologik va iqtisodiy muammolar uchraydi. Ularning asosiylari yuqori harorat talab qilinishi, reaksiya davomiyligining uzoq bo'lishi, mahsulotning yuqori tozalik darajasini ta'minlash hamda pigmentning kristallik tuzilishini nazorat qilish bilan bog'liq. Katalizatorning noto'g'ri tanlanishi yoki uning yetarli faollikka ega bo'lmasligi natijasida yon reaksiyalar kuchayadi, pigment chiqish unumi kamayadi va mahsulot sifati pasayadi.

Magniyli katalizatorlardan foydalanish ushbu muammolarni kamaytirishga xizmat qiladi. Magniy birikmalari reaksiya markazlarining faolligini oshirib, siklotetramerlanish jarayonining tezroq kechishini ta'minlaydi. Natijada reaksiya vaqti qisqaradi, energiya sarfi kamayadi, pigmentning kristallanish darajasi va dispersligi yaxshilanadi. Bundan tashqari, mahsulot tarkibidagi qo'shimcha aralashmalar miqdori kamayib, pigmentning rang tozaligi va fizik-kimyoviy xossalari yaxshilanadi.

IQ spektroskopiya natijalari ham sintez jarayonining samaradorligini baholashda muhim ahamiyatga ega. Spektrda ftalotsianin makrosikliga xos C=N, C–N va aromatik C=C bog'lariga tegishli yutilish polosalarining kuzatilishi hamda nitril guruhiga xos cho'qqining yo'qligi sintezning muvaffaqiyatli yakunlanganligini tasdiqlaydi. Bu natijalar magniyli katalizator asosida olingan kobalt ftalotsianin pigmentining yuqori sifatga ega ekanligini va sanoat miqyosida qo'llash uchun istiqbolli material ekanligini ko'rsatadi.





Xulosa

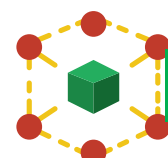
Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, magniyli katalizator ishtirokida kobalt ftalotsianin pigmentini sintez qilish samarali va istiqbolli usullardan biri hisoblanadi. Magniyli katalizatorning qo'llanilishi siklotetramerlanish reaksiyasining tezroq va samaraliroq kechishini ta'minlab, reaksiya davomiyligini qisqartiradi hamda mahsulot chiqish unumini oshiradi. Shu bilan birga, katalizator pigment zarrachalarining kristallanish darajasini yaxshilab, uning rang intensivligi, termik barqarorligi va kimyoviy chidamliligini oshirishga xizmat qiladi.

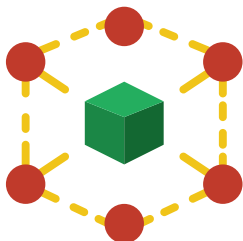
Sintez qilingan kobalt ftalotsianin pigmentining IQ spektri tahlili natijasida ftalotsianin makrosikliga xos bo'lgan $C=N$, $C-N$ va aromatik $C=C$ bog'lariga tegishli xarakterli yutilish polosalari aniqlandi. Spektrda boshlang'ich reagentlarga xos nitril guruhi cho'qqisining kuzatilmasligi sintez jarayonining to'liq amalga oshganligini va yuqori tozalikdagi mahsulot olinganligini tasdiqlaydi.

Olingan natijalar magniyli katalizatorlardan foydalanish kobalt ftalotsianin pigmentini energiya tejamoq sharoitda, yuqori unum va sifat bilan sintez qilish imkonini berishini ko'rsatdi. Mazkur usul sanoat miqyosida pigment ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish hamda ekologik xavfsiz texnologiyalarni joriy etishda

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Fayziev J.B. Tarkibida metall saqlovchi yangi ftalotsianin pigmentlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish. Diss. – Toshkent, 2021.
2. Fayziev J.B., Beknazarov X.S., Jalilov A.T. Izucheniye elektronnoy mikroskopii i IK-spektralnogo analiza ftalotsianina medi // *Universum: Tekhnicheskkiye nauki*. – 2020. – № 8–3 (77). – B. 55–58.
3. Mantareva V.N., Kussovski V., Angelov I. et al. Metallophthalocyanines for antimicrobial photodynamic therapy: an overview of our experience // *Journal of Porphyrins and Phthalocyanines*. – 2013. – Vol. 17, No. 6–7. – P. 399–416.
4. İşci Ü., Dumoulin F. Phthalocyanines and Porphyrazines // *Fundamentals of Porphyrin Chemistry: A 21st Century Approach*. – 2022. – Vol. 1. – P. 241–301.
5. Urbani M., Grätzel M., Nazeeruddin M.K., Torres T. Phthalocyanines for dye-sensitized solar cells // *Coordination Chemistry Reviews*. – 2019. – Vol. 381. – P. 1–64.
6. Baulin V.E. va boshq. Novyye tetra- i oktafunktsionalizirovannyye ftalotsianiny. Metody sinteza i ikh fiziko-khimicheskkiye svoystva v vodnykh rastvorakh i na tverdykh podlozhkakh // *Fizikokhimiya poverkhnosti i zashchita materialov*. – 2013. – T. 49. – № 1. – B. 7–17.





7. Sis H., Birinci M. Wetting and rheological characteristics of hydrophobic organic pigments in water in the presence of non-ionic surfactants // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. – 2014. – Vol. 455. – P. 58–66.
8. Goldshleger N.F., Baulin V.E., Tsivadze A.Yu. Ftalotsianiny v organizovannykh mikroheterogennykh sistemakh // *Fizikokhimiya poverkhnosti i zashchita materialov*. – 2014. – T. 50. – № 2. – B. 117–128.
9. Elgammal M., Schneider R., Gradzielski M. Development of self-curable hybrid pigment inks by miniemulsion polymerization for inkjet printing of cotton fabrics // *Dyes and Pigments*. – 2016. – Vol. 133. – P. 467–478.
10. Li W., Xiong T., Liu Y. et al. Rational design and general synthesis of multimetallic metal–organic framework nano-octahedra for enhanced Li–S battery // *Advanced Materials*. – 2021. – Vol. 33. – No. 45. – Article 2105163.
11. Corrigan N., Shanmugam S., Xu J., Boyer C. Photocatalysis in organic and polymer synthesis // *Chemical Society Reviews*. – 2016. – Vol. 45. – No. 22. – P. 6165–6212.
12. Koca A. Spectroelectrochemistry of phthalocyanines // *Electrochemistry of N4 Macrocyclic Metal Complexes*. – 2016. – Vol. 2. – P. 135–200.
13. Fayziev J.B. va boshq. Termicheskiy analiz sul'firovannogo ftalotsianina medi // *Universum: Khimiya i biologiya*. – 2022. – № 10–2 (100). – B. 41–44.
14. Fayziev J.B., Beknazarov X.S., Jalilov A.T. Sintez i svoystva ftalotsianina medi // *Universum: Tekhnicheskaya nauka*. – 2020. – № 3–2 (72). – B. 69–71.
15. Tojiqulov M., Fayziev J. Termik barqaror ftalotsianin kompleksi sintezi, IQ spektri tahlili va ftalotsianin kompleksi qo'shilgan alkid emal bo'yoqning derivatogrammasi tahlili // *Interpretation and Researches*. – 2023. – Vol. 1. – № 14.
16. Fayziev J.B., Beknazarov X.S., Jalilov A.T. Synthesis of phthalocyanine copper pigment and investigation of its IR spectrum // *Scientific Bulletin of Namangan State University*. – 2020. – Vol. 2. – No. 3. – P. 125–128.

