

KOBALT-KALSIY FTALOSIANIN PIGMENTI SINTEZI

VA UNING FIZIK-KIMYOVIIY XOSSALARI TADQIQI

**Dilmurod Nabiyev,
Xayit Turayev,
Xurshid Eshmurodov**

Annotatsiya.

Ushbu maqolada kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentining sintezi hamda sintez sharoitiga turli omillarning ta'siri o'rganilgan. Tadqiqot natijasida optimal sintez harorati 185°C ekanligi aniqlandi. Dastlabki moddalarning mol nisbati (tereftal kislotasi : ftal anhidrid : karbamid : kobalt(II) xlorid : kalsiy xlorid) 1:1:5:0,5:1 bo'lganda reaksiya unumi eng yuqori darajaga yetadi. Sintez qilingan yangi pigmentning IQ-spektroskopik tahlili natijalariga ko'ra, tegishli tebranishlar dastlabki moddalarga nisbatan o'zgarganligi aniqlangan. UB-spektrofotometr yordamida 190-1100 nm to'liq uzunliklari oralig'ida o'lchashlar o'tkazilib, har bir pigment uchun nur yutilishining to'liq uzunligiga bog'liqligi keltirilgan. Yangi pigmentning termogravimetrik va differensial termik tahlil natijalariga ko'ra, parchalanish uch bosqichda amalga oshadi: birinchi bosqichda bog'lanmagan suv chiqadi, ikkinchi bosqichda organik qism parchalanib, CO, CO₂, NH₃ kabi gazlar ajraladi va metall karbonatlari, oksidlari hamda ko'mir qoldiqlari hosil bo'ladi, uchinchi bosqichda esa karbonatlarning parchalanishi kuzatilib, yakuniy mahsulot sifatida metall oksidlari va ko'mir qoldiqlari qoladi.

Kalit so'zlar:

kobalt-kalsiy ftalosianin, pigment, sintez, IQ-spektroskopiya, UB-spektrofotometriya, termogravimetrik tahlil.

Аннотация.

В данной статье изучены синтез кобальт-кальциевого фталоцианинового пигмента и влияние различных факторов на условия синтеза. В результате исследований установлено, что оптимальная температура синтеза составляет 185°C. Наибольший выход реакции достигается при мольном соотношении исходных веществ (терефталевая кислота : фталевый ангидрид : карбамид : хлорид кобальта(II) : хлорид кальция) 1:1:5:0,5:1. По данным ИК-спектроскопического анализа синтезированного пигмента выявлено, что соответствующие колебания изменились по сравнению с исходными веществами. С помощью УФ-спектрофотометра проведены измерения в диапазоне длин волн 190-1100 нм и представлена зависимость светопоглощения от длины волны для каждого пигмента. Приведены результаты термогравиметрического и дифференциального термического анализов нового пигмента, согласно которым разложение протекает в три этапа: на первом этапе удаляется несвязанная вода, на втором этапе происходит разложение органической части с выделением CO, CO₂, NH₃ с образованием смеси карбонатов металлов, оксидов и углеродного остатка, на третьем этапе наблюдается разложение карбонатов с образованием оксидов металлов и углеродного остатка.

Ключевые слова:

кобальт-кальциевый фталоцианин, пигмент, синтез, ИК-спектроскопия, УФ-спектрофотометрия, термогравиметрический анализ.

Abstract.

This article presents the synthesis of cobalt-calcium phthalocyanine pigment and investigates the influence of various factors on the synthesis conditions. The optimal synthesis temperature was found to be 185°C. The highest reaction yield is achieved at a molar ratio of starting materials (terephthalic acid : phthalic anhydride : urea : cobalt (II) chloride : calcium chloride) of 1:1:5:0.5:1. IR spectroscopic analysis of the synthesized pigment revealed that the corresponding vibrations shifted compared to those of the starting materials. Using a UV spectrophotometer, measurements were carried out in the wavelength range of 190-1100 nm, and the dependence of light absorption on wavelength is presented for each pigment. Thermogravimet-



ric and differential thermal analysis results of the new pigment show that decomposition occurs in three stages: the first stage involves the removal of unbound water; the second stage involves the decomposition of the organic part with the release of gases such as CO, CO₂, NH₃, leaving a mixture of metal carbonates, oxides, and carbon residue; the third stage involves the decomposition of carbonates, resulting in metal oxides and carbon residue.

Key words:

cobalt-calcium phthalocyanine, pigment, synthesis, IR spectroscopy, UV spectrophotometry, thermogravimetric analysis.

Kirish.

Ftalotsianin halqasi oʻzida 18 ta delokallashtgan elektron saqlagan aromatik guruh boʻlib, bu guruh oʻzining intensiv rangli birikmalar hosil qilish xususiyati bilan ajralib turadi. Ayniqsa, uning metalli komplekslari pigmentlar sifatida keng qoʻllaniladi. Mis ftalotsianin pigmentlari odatda zamonaviy boʻyoqlar, bosma siyohlari, plastmassalar, charm va sintetik tolalarni boʻyash uchun qoʻllaniladi. Mazkur birikmalarning termik barqarorligi ham nisbatan yuqori hisoblanadi¹.

Ftalotsianin boʻyoqlarining nisbatan barqarorligi tabiiy muhitda turli ogʻir metallar saqlagan boʻyoqlarning uzoq vaqt saqlanishiga olib keladi. Hozir zamburugʻlarning turli vakillarining bu boʻyoqlarni parchalash darajasi oʻrganilgan boʻlib, yuqori samaradorlikka erishilgan. Ekzozenzim preparatlarining boʻyoqlar bilan oʻziga xos taʼsirlashishi aniqlandi va tijorat peroksidazasi bilan oksidlanish darajasi bilan taqqoslangan².

Oddiy ftalotsianin birikmalaridan tashqari uning turli organik birikmalar bilan modifikatsiyalangan birikmalari ham sintez qilingan va turli boʻyovchi moddalar olishda qoʻllaniladi. Bunday yondoshuv natijasida turli xossalarga ega, turlicha rangga ega, zaharlilik darajasi kamroq, iqtisodiy samaradorligi yuqoriroq va turlicha rangga ega

boʻlgan ftalotsianinlar olinadi³.

Ftalotsianin boʻyoqlaridan polimerlarga rang berish jarayonida keng qoʻllaniladi. Amorf mis ftalotsianinning dioksan va heptandagi eritmalaridan tayyorlangan zollarning polietilen, polipropilen, polikapramid va sellyuloza asosidagi polimerlarga rang berish jarayonida qoʻllaniladi. Bunday barqaror zollarni olish jarayoni ularning rang berish darajasiga bevosita bogʻliqligi elektron va infraqizil spektroskopik usulda oʻrganilgan⁴.

Polietilenning turli ftalotsianin pigmentlari bilan boʻyalishi natijasida uning sirtida zaryadlarning taqsimlanishi, deformatsion jarayonlar natijasida boʻyoqlarning taqsimlanish darajasi tahlil qilingan. Bunda ftalotsianin pigmentlari bilan boʻyalgan polietilenning deformatsion jarayonlarda oʻzgarishligi titanli oq boʻyoq yordamida boʻyalgan polietelendan 4 marta yaxshiroq ekanligi isbotlangan⁵.

Qishloq xoʻjaligi sohasida qoʻllash maqsadida 1,0-2,0% pigment saqlagan polietilen kompozitsiyalar olingan. Bunda koʻrinadigan nurlar uchun shaffoflik darajasi 27-28%, infraqizil nurlanish uchun shaffoflik darajasi 22-23% va ultrabinafsha nurlanishdan keyingi lyuminitenssiya darajasi 80-82% boʻlgan kompozitsion materillar olingan⁶.

Polimerlarga rang berish uchun maxsus kompozitsion birikmalar ham sintez qilingan boʻlib, ularning tarkibi boʻyaladigan materiallarning xususiyatlariga koʻra turlicha tarkiblar aniqlangan. Bunday tarkiblardan biri tarkibida 25-30% koʻk rangli ftalotsianin pigmenti saqlagan kompozitsion birikma hisoblanadi⁷. Polimerlar va ular asosidagi materiallarni boʻyash uchun koʻk pigmentning turli nisbatdagi epoksioligofir bilan aralashmasini 3-4 daqiqa davomida 80-90°C da plastifikatsiyalash va 100-110°C da ekstruziyalash orqali olingan⁸.

Quyosh panellari sifatida qoʻllash uchun ham ftalotsianin turli modifikatsiyalaridan foydalanilgan boʻlib, bunda yorugʻlik manbai yordamida olingan plyonkalarining sensibilizatsiyalanish holati oʻlchab borilgan. 10 kun davomida oʻlchangan quyosh panellari-ning effektivligi 0,055% ekanligi aniqlangan⁹.

1 Germinario G., Van Der Werf I.D., Sabbatini L. Pyrolysis gas chromatography mass spectrometry of two green phthalocyanine pigments and their identification in paint systems // J. Anal. Appl. Pyrolysis. Elsevier, 2015. Vol. 115. P. 175–183.

2 Heinfing A., Bergbauer M., Szwedzyk U. Biodegradation of azo and phthalocyanine dyes by *Trametes versicolor* and *Bjerkandera adusta* // Appl. Microbiol. Biotechnol. 1997 482. Springer, 1997. Vol. 48, № 2. P. 261–266.

3 Wöhrle D., Schnurpfeil G., Makarov S.G., Kazarin A., Suvorova O.N. Practical Applications of Phthalocyanines – from Dyes and Pigments to Materials for Optical, Electronic and Photo-electronic Devices // Macrocyclics. Ivanovo State University of Chemistry and Technology, 2012. Vol. 5, № 3. P. 191–202.

4 Михеев Ю.А., Г.Л.Н., Ершов Ю.А. Электронно-колебательные спектры растворов и зольей фталоцианина меди // Журнал физической химии. 2007. Vol. 81, № 4. С. 715–724.

5 Галиханов М.Ф., Павлова Т.К. Изучение короноэлектретов на основе композиций полиэтилена с пигментами // Вестник Казанского технологического университета. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», 2008. № 5. С. 106–111.

6 Карасев В.Е., Мирочник А.Г., Хоменко Л.А., Зражва Б.А., Писарева Г.Ф. RU 2053247 C1 Полимерная композиция для изготовления сельскохозяйственных пленок. 1996. С. 6–10.

7 Бикмуллин, Раис Сулейманович, Богданова, Светлана Алексеевна, Руссак А.В. RU 2377259 C2 Полимерный композиционный материал для окрашивания полимеров. 2009.

8 Графкин Б.Н., Батурина Е.Н. RU 2056447 C1 Способ получения красящих композиций для полимерных материалов. 1996.

9 Шукуров Д.Х., Тураев Х.Х., Каримов М.У., Джалилов А.Т. Изготовление и анализ сенсibilizированных солнечных элементов с использованием пигмента на основе фталоцианина меди // Universum: технические науки. 2020. № 11(80). С. 73–77.

1-jadval.

Kobalt-kalsiy ftalosianin pigment sintezida mahsulot unumiga harorat va boshlang'ich moddalar nisbatining ta'siri

N _o	Tk:Fa:Kar:CoCl ₂ :CaCl ₂	T, °C	ω, %	N _o	Tk:Fa:Kar:CoCl ₂ :CaCl ₂	T, °C	ω, %
1	1:1:1:0,25:0,25	170	25,2	9	1:1:5:0,5:1	170	88,7
2		185	29,1	10		185	91,3
3		200	25,1	11		200	89,1
4		225	24,7	12		225	82,1
5	1:1:5:0,25:0,5	170	58,2	13	1:1:5:0,75:0,25	170	74,4
6		185	65,4	14		185	88,1
7		200	63,2	15		200	82,3
8		225	62,2	16		225	80,1

Bo'yoqlar sifatida qo'llaniladigan ftalotsianin birikmalari suvda deyarli erimaydi. Natijada ko'pincha organik erituvchilarda olingan barqaror zollari bo'yoqlar tayyorlashda qo'llaniladi¹⁰. Ftalotsianinlarning barqaror suvli suspenziyalarini olish amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega. Erituvchilar tanlashdan tashqari muqobil yo'l sifatida ftalotsianinlarning sirt modifikatsiyasi usullaridan ham foydalanish mumkin¹¹.

Funksional guruhlar saqlagan birikmalar bilan ftalotsianinlarning sirt yuzasini modifikatsiyalash natijasida turli suyuq sistemalarda uzoqroq saqlash mumkin bo'lgan barqaror zollarni olish texnologiyalari ishlab chiqilgan. Masalan, 4-merkaptobenzolsulfokislotalar bilan modifikatsiyalangan pigmentlarning barqarorligi suvli muhitda ancha yuqori bo'lishi aniqlangan¹².

Hozirgi kunda keng qo'llanilayotgan polietilentereftal (PET) polimerlarining parchalanishi juda sekin bo'lib, bu barqaror polimerlarni qayta ishlash orqali ko'plab ekologik muammolarni hal qilish mumkin. Ikkilamchi PET dan hozirda penopoliuretanlar, penofenoplastlar, oligoefirlar, to'yinmagan poliefir smolalar, epoksid smolalar uchun qotiruvchi birikmalar olish usullari ishlab chiqilgan¹³.

Tajribaviy qism. Kobalt-kalsiy ftalosianin pigment sintezi va sintez jarayoniga turli omillarning ta'siri. 500 ml sig'imli yuqori haroratga, kislota chidamli zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan maxsus idishga 16,6 g (0,1 mol) tereftal kislota, 14,8 g (0,1 mol) ftal

angidrid 30 g (0,5 mol) karbamid, 6,5 g (0,05 mol) kobalt (II) xlorid, 11,1 g (0,1 mol) kalsiy xlorid va katalizator sifatida 0,31 g (0,005 mol) ortaborat kislota qo'shib aralashtirildi. Hosil bo'lgan moddalar aralashmasi SNOL-8,2/1100 pechida sekinlik bilan 130-135°C suyuqlanma hosil bo'lguncha qizdiriladi. Bu haroratda ftal angidrid va karbamid suyuqlanadi, tereftal kislota bu suyuqlanmada eriydi. To'liq suyuqlanma holatiga o'tgach aralashma 1 soat davomida 185°C gacha pechda qizdiriladi.

Reaksiya tugagandan so'ng idishda g'ovak holatdagi qo'ng'ir rangli modda hosil bo'ladi. Olingan moddani xona haroratigacha sovutilib 10 ml 92% li konsentrlangan sulfat kislota quyib aralashtirildi, natijada quyuk qoramtir yashil rangli eritma hosil bo'ldi. Eritma bir necha marta qaynoq distillangan suv bilan neytral muhit hosil bo'lgunga qadar yuviladi. Bunda reaksiyaga kirishmay qolgan boshlang'ich mahsulotlar hamda oraliq mahsulotlar erib chiqadi. Hosil bo'lgan kobalt-kalsiy ftalosianin pigment cho'kmaga tushadi.

Olingan kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentni optimal sharoitlari, fizik - kimyoviy xossalarini tadqiq etilgan bo'lib asosan eng yuqori unum bilan olingan pigmentni tarkibi eng yaxshi optimal tarkibi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan. Quyidagi 1-jadvalda yuqori samarali bo'lgan kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentni sintezida mahsulot unumiga harorat va boshlang'ich moddalar nisbatining ta'siri o'rganilgan.

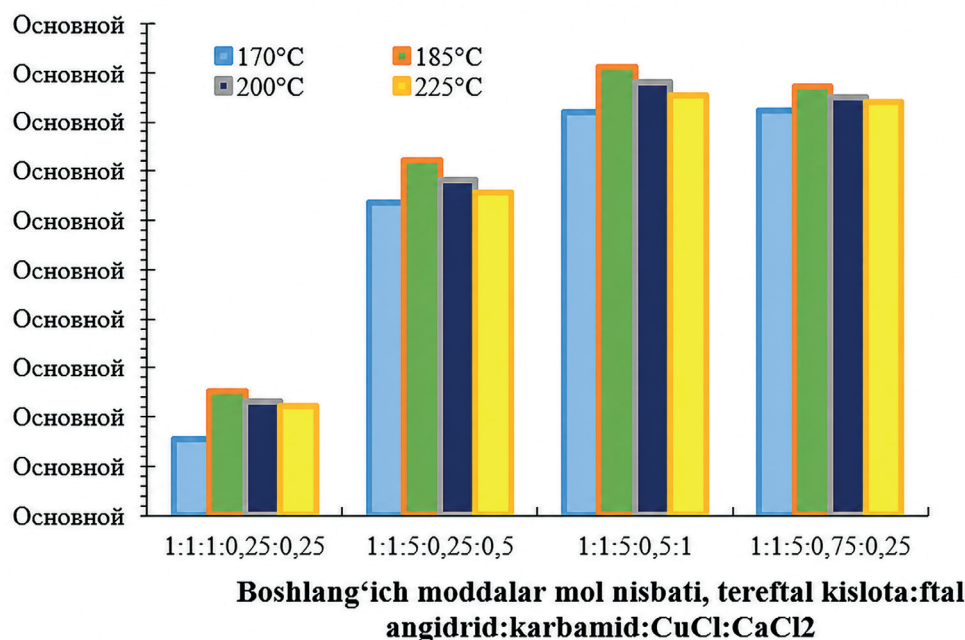
10 Лавров Н.А., Игуменов М.С., Беседина К.С., Кузьмин В.В. Свойства изделий из линейного полиэтилена низкой плотности, получаемых методом ротационного формования // Химия и химическая технология. 2013. № 20(46). С. 48–50.

11 Hoffmann J., Puszyński A. Pigments and Dyestuffs // Chem. Engineering Chem. Process Technol. 2010. Vol. 5. P. 165–188.

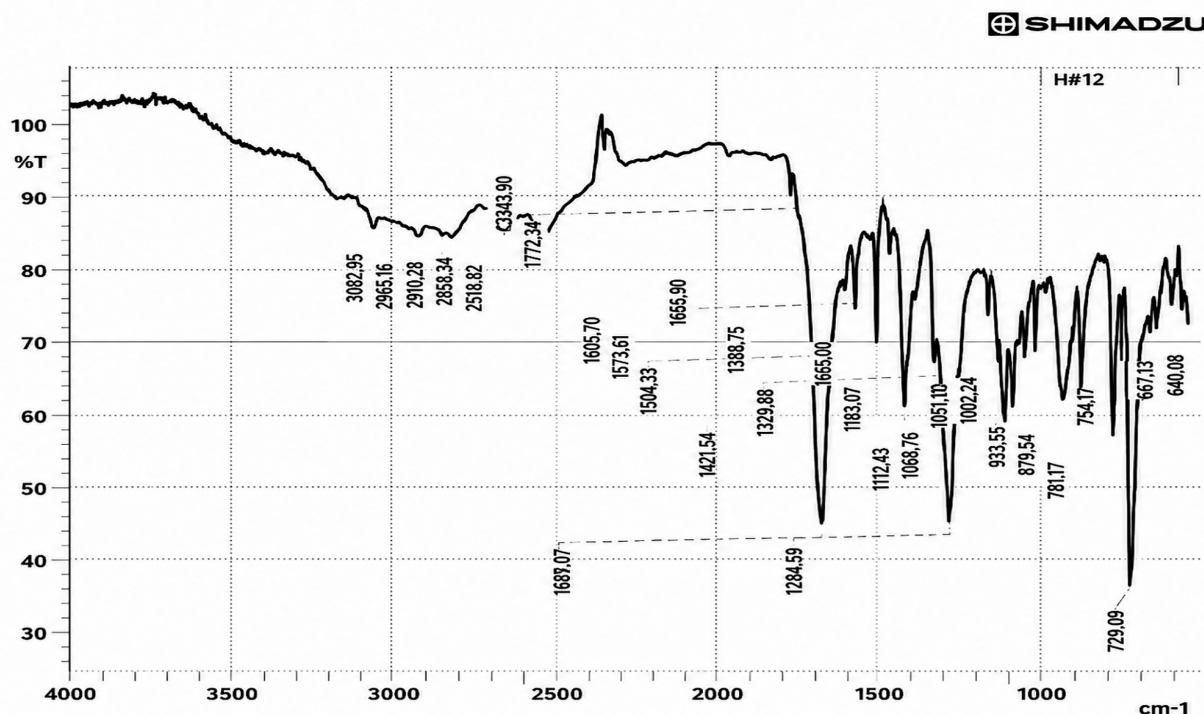
12 Fridolin B. US6264733B1 Pigment particle growth and/or crystal phase directors. 2001. P. 8–12.

13 Panfilov D.A. Chemical recycling of polyethyleneterephthalate as a method for obtaining effective modifiers of polymer materials // Plast. massy. 2021. № 7–8. P. 25–30.

Kobalt-kalsiy ftalosianin pigment sintezida turli xil sharoitlarda va nisbatlarda ko'plab tajribalar qo'yildi. Tadqiqotlar natijasida olingan pigment unumi harorat va tarkibiy qismlarning nisbatiga bog'liqligi hisoblab topildi. Optimal reaksiya harorati 185-200°C ni tashkil etdi va 1:1:5:0,5:1 nisbatda olingan pigment eng yuqori unumni tashkil etdi. Haroratning va dastlabki olingan moddalar mol nisbatlarining ta'sirini ifodalovchi grafik quyidagi 1-rasmda keltirilgan¹.



1-rasm. Kobalt-kalsiy ftalosianin pigment reaksiya unumiga boshlang'ich moddalar miqdori va haroratning ta'siri diagrammasi



2-rasm. Kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentning IQ-spektri

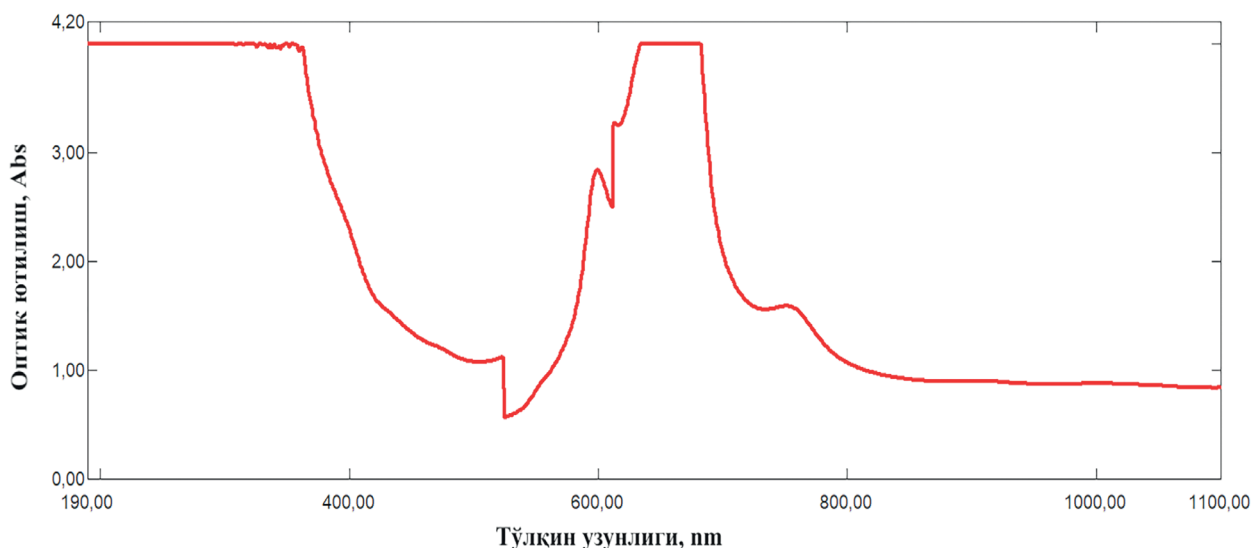
¹ Набиев Д.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Физико – химические свойства фосфор, азот и металлсодержащего органического олигомера // “Kimyo – texnologiya fanlarining dolzarb muammolari” mavzusidagi Xalqaro olimlar ishtirokidagi Respublika ilmiy – amaliy anjumani. 10 – 11 mart Toshkent. 2021. 466–467-b.

Olingan birikmaning IQ-spektridan ko'rinadiki, tereftal kislotaning karboksil guruhlariga tegishli intensiv yutilish polosalari ko'rinmaydi. 3000 sm^{-1} sohadan katta sohada qoldiq suv molekulariga tegishli valent yutilish polosalari mavjud. Tereftal kislotaning karbonil guruhiga tegishli yutilish polosasi 1689 sm^{-1} dan amidlarga tegishli bo'lgan 1678 sm^{-1} sohaga siljiganligi kuzatilgan. Bundan tashqari izoindol halqasining valent tebranishlariga tegishli 1421 sm^{-1} sohadagi va deformatsion tebranishlariga ega 879 sm^{-1} sohada tebranishlar kuzatilgan. Pirrol xalqasining valent 1508 sm^{-1} va deformatsion 1020 sm^{-1} sohadagi tebranishlari ham mavjud.

Benzol halqalarida turlicha o'ringa ega bo'lgan vodorod atomlarining valent tebranishlari 2800-3000 sm^{-1} sohada va deformatsion tebranishlari 1600-1900 sm^{-1} sohada past intensivlikdagi tebranishlari mavjud. Shuningdek, birikma tarkibida qisman bo'lsada ftalotsianin bo'lganligi sababli 754 sm^{-1} sohada ftalotsianin xalqasining tebranishi kuzatiladi.

Bajarilgan IQ-spektroskopik tahlillarga ko'ra olingan yangi pigmentlarning tuzilishi va jarayonga muvofiq reaksiya tenglamalari quyidagicha taklif qilindi.

3-rasmda UB-spektrofotometrida kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentni 190-1100 nm gacha bo'lgan ko'rinadigan yorug'lik spektri ostida o'lchash natijalari ko'rsatilgan. Kobalt-kalsiy ftalosianin pigment ko'rinadigan to'liq uzunligida 400 nm dan 600 nm gacha bo'lgan oraliqda assimilyatsiya darajasi yuqori ekanligi aniqlandi. Eng yuqori yutuvchanligi esa 550 nm bo'lgan to'liq uzunlikdagi isbotlandi. Natijada, kobalt-kalsiy ftalosianin pigment fotonni yorug'lik nuridan yutish qobiliyatini hisobga olib quyosh nuriga sezgir bo'yoqlar asosida olingan quyosh elementlari uchun sezgir bo'yoq sifatida ham ishlatish mumkinligi aniqlandi. Adabiyotlarda sezgir bo'yoqlar asosidagi quyosh elementlar uchun bo'yoq sifatida tabiiy pigmentlardan foydalanilgan².



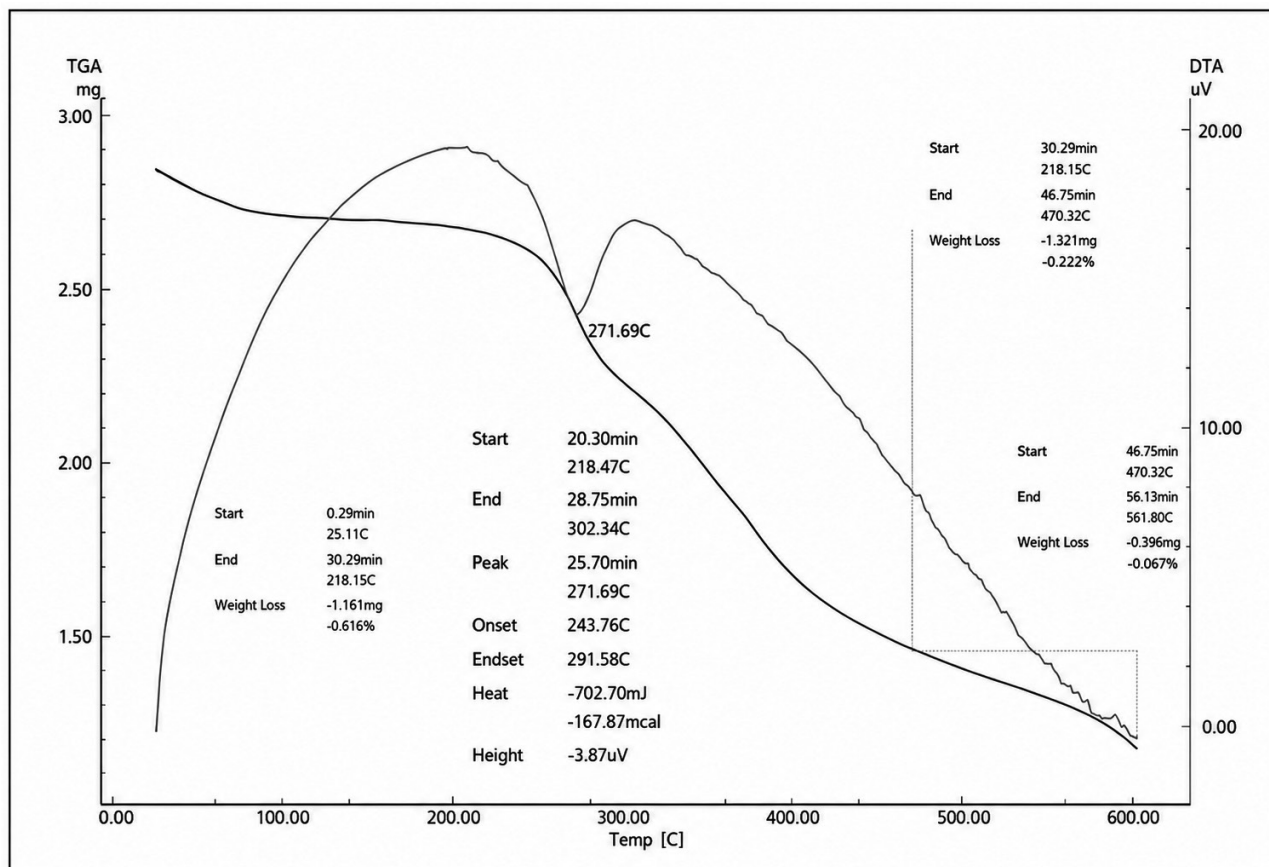
3-rasm. Kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentni nur yutilishining to'liq uzunligiga nisbati

Yangi tarkibli kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentning termik tahlili 20-600°C harorat oralig'ida amalga oshirildi. Keltirilgan pigmentlarning termik tahlilining barcha namunalari dinamik rejimda 10 gradus/min tezlikda alyuminiydan tayyorlangan hovonchada olib borildi. Bundan tashqari pigmentning endotermik va ekzotermik nuqtalari isbotlab berildi.

4-rasmda keltirilgan quruq massada sintez qilingan yangi tarkibli kobalt-kalsiy ftalosianin pigment uchun maksimal 600°C harorat tanlab olinib, pigmentning tahlil natijalari keltirilgan termogravimetrik derivatogrammasi va differensial termogravimetrik analizga qarab o'rganib chiqildi. 271,69°C haroratda endotermik effekt kuzatildi. Kobalt-kalsiy ftalosianin pigment 600°C haroratga chidamli alyuminiydan tayyorlangan og'zi ochiq tigelda 2,844 mg miqdordagi pigment olinib, 20°C haroratdan boshlab asta-sekin harorat ko'tarilib borildi.

Organik pigmentning termogravimetrik egri chizig'i tahlili shuni ko'rsatadiki, TGA egri chizig'i asosan 3 ta intensiv massa yo'qotiladigan harorat oralig'ida amalga oshadi. 1-massa yo'qotiladigan oraliq 26,19 - 218,15°C haroratga, 2-massa yo'qotiladigan oraliq 218,15 - 470,22°C haroratga, 3-massa yo'qotiladigan oraliq esa 470,22 - 600°C haroratga mos keladi.

² Shukurov D.X. Quyosh elementlari uchun noorganik va organik yarimo'tkazgich birikmalar olish texnologiyasini yaratish. Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. 2022. 70 b.



4-rasm. Kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentning derivatogrammasi

2-jadval.

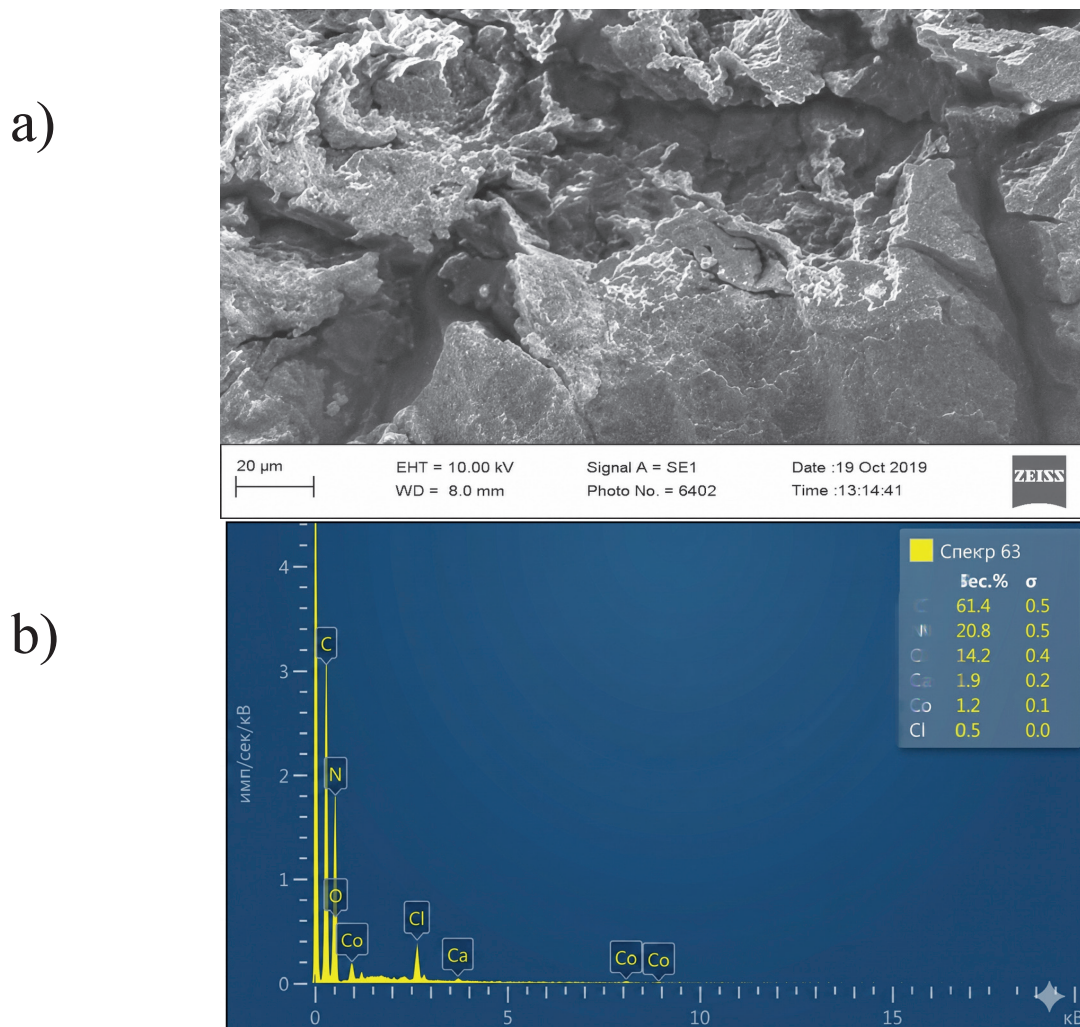
Yuqori harorat ta'sir ettirilgan kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentning TGA va DTA egri chizig'ini natijalari tahlili

№	T, °C	Yo'qotilgan massa, mg (4.373 mg)	Yo'qotilgan massa, %	Sarflanadigan energiya miqdori ($\mu V \cdot s / mg$)	Sarflangan vaqt (min)	Qoldiq massa, dw (mg)	dw/dt (mg/min)
1	100	0,134	4,7	15.02	8,32	2.71	0,02
2	200	0,168	5,9	19.37	18,45	2.676	0,009
3	300	0,615	21,6	16.8	28,5	2.229	0,02
4	400	1,172	41,2	12.7	38,6	1.672	0,03
5	500	1,443	50,7	5.49	48,8	1.401	0,03
6	600	1,665	58,5	0.44	58,9	1.179	0,028

Kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentning skanerlovchi elektron mikroskopik (SEM) va element tahlili. Sintez qilingan kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentning skanerlovchi elektron mikroskopdagi (SEM) tasviri va element tahlili quyida keltirilgan¹.

¹ Nabiyev D.A., Turayev X.X., Djalilov A.T. Tarkibida metall tutgan organik pigmentning skanerlovchi elektron mikroskop tahlili // Kompozitsion materiallar. 2021. № 3. 17–19-b.

Yangi tarkibli kobalt-kalsiy ftalosianin pigment namunasining SEM da 200 barobar kattalashtirilgan tasvirlari o'rganilganda, reaksiyaga kirishmay qolgan dastlabki moddalarning qoldiqlari ko'rinmaydi. Bu esa reaksiya oxirigacha sodir bo'lganligini, hamda parallel ravishda reaksiyada hosil bo'lgan moddalarning element tarkibi haqida ma'lumot olish imkonini beradi. Olingan tasvirlardan pigment malekulalari bir xilda tarqalganini ko'rish mumkin. Shu bilan birgalikda yirik klasterlarda ham alohida yuza bo'yicha element analiz o'tkazildi. Yirik klasterlar element analiz qilinganda o'rganilgan nuqtalarda kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentdan tashqari tajriba xatoligi darajasida xlor qoldiqlari borligini ko'rsatadi (5-rasm).



5-rasm. Sintez qilingan kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentning skanerlovchi elektron mikroskop (a) va element analizi (b) ma'lumotlari

Xulosa.

Kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentning sintezi hamda sintez sharoitiga turli omillarning ta'siri yuzasidan olib borilgan tadqiqotlar natijalari va ularning tahlili keltirilgan. Kobalt-kalsiy ftalosianin sintezi uchun 185°C ni tashkil qildi. Dastlabki moddalar nisbati kobalt-kalsiy ftalosianin pigmentda TK:FA:Kar:CoCl₂:CaCl₂ bo'yicha 1:1:5:0,5:1 bo'lganida reaksiya unumi eng yuqori ekanligi aniqlandi.

Sintez qilingan yangi pigmentning IQ-spektroskopik tahlilida tegishli tebranishlar dastlabki moddalardagiga nisbatan o'zgarganligi ko'rsatib berilgan. Shuningdek, UB-spektrofotometr yordamida 190-1100 nm gacha bo'lgan ko'rinadigan yorug'lik spektri ostida o'lchashlar natijasi nur yutilishining to'liq uzunligiga nisbati har bir pigment uchun keltirilgan. Yangi pigmentning termogravimetrik va differensial termik tahlili berilgan bo'lib, birinchi massa yo'qotilishida bog'lanmagan suvning yo'qotilishi ro'y beradi. Ikkinchi asosiy parchalanish bosqichida is gazi, karbonat anhidrid, ammiak kabi quyi molekulyar birikmalar holatida qismning parchalanishi va shundan so'ng asosan metall karbonatlari, oksidlari aralashmasi va qisman ko'mir qoladi. Uchinchi parchalanish bosqichida karbonatlar ham parchalanadi va metall oksidari va ko'mir qoldiqlari qoladi.