



KOBALT-KALSIY FTALOSIANIN PIGMENTINING MORFOLOGIK TUZILISHI VA TERMİK BARQARORLIGINI BAHOLASH

Durmanova Sayyora Saotovna

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti

Turayev Xayit Xudaynazarovich

Termiz davlat universiteti, kimyo fanlari doktori, professor

Nabiyev Dilmurod Abdualiyevich

Termiz davlat universiteti, PhD, dotsent

ANNOTATSIYA

Ushbu tezisda kobalt va kalsiy ionlari asosida sintez qilingan ftalosianin pigmentining morfologik, elementar va termik xossalari tahlil qilindi. Ftalosianin pigmentlari yuqori rang intensivligi, kimyoviy barqarorligi, issiqlikka chidamliligi va funksional xususiyatlari sababli polimer kompozitlari, lok-bo'yoq materiallari, issiqlikka chidamli qoplamalar hamda fotoelektronik tizimlarda istiqbolli material hisoblanadi. Tadqiqotda CoCaPc pigmentining zarracha tuzilishi skanerlovchi elektron mikroskopiya yordamida baholandi. Elementar tahlil pigment tarkibida uglerod, azot, kislorod, kobalt va kalsiy mavjudligini tasdiqladi. Termogravimetrik va differensial termik tahlillar asosida pigment massasining yo'qotilishi bir necha bosqichda kechishi, asosiy parchalanish esa 235–365 °C oralig'ida sodir bo'lishi aniqlandi. Natijalar CoCaPc pigmentini yuqori haroratda qayta ishlanadigan polimerlar, maxsus qoplamalar va bo'yoq materiallari uchun barqaror rang beruvchi komponent sifatida qo'llash mumkinligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: kobalt-kalsiy ftalosianin, CoCaPc, SEM tahlil, EDS tahlil, TGA, DTA, termik barqarorlik, pigment, polimer kompozit, issiqlikka chidamli qoplama.

KIRISH

Zamonaviy kimyo sanoatida pigmentlardan faqat rang beruvchi modda sifatida emas, balki materialning ekspluatatsion xossalarini yaxshilovchi funksional komponent sifatida ham foydalanilmoqda. Ayniqsa, yuqori harorat, ultrabinafsha nurlanish, oksidlovchi muhit va mexanik ta'sirlarga chidamli pigmentlar polimerlar, qoplama materiallari, texnik bo'yoqlar va maxsus kompozitlar ishlab chiqarishda katta ahamiyatga ega.

Ftalosianin pigmentlari makrosiklik tuzilishga ega sintetik organik birikmalar bo'lib, ularning molekulyar tuzilishida keng π -elektron kon'yugatsiyalangan sistema mavjud. Shu sababli ular rang intensivligi, nurga chidamlilik, termik barqarorlik va kimyoviy inertlik kabi muhim xususiyatlarni namoyon qiladi. Ftalosianin halqasidagi markaziy metall ionining



tabiati pigmentning fizik-kimyoviy xossalariga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Kobalt ionlari pigmentning rang barqarorligi va elektron xossalarini yaxshilashi mumkin, kalsiy ionlari esa zarracha tuzilishi, disperslanish darajasi va issiqlikka chidamlilikka ijobiy ta'sir ko'rsatishi bilan ahamiyatlidir.

Shu nuqtayi nazardan, kobalt-kalsiy saqlagan ftalosianin pigmentlarini sintez qilish va ularning morfologik hamda termik xossalarini tahlil qilish dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi. Bunday pigmentlar lok-bo'yoq sanoati, plastmassa buyumlari, qoplama materiallari, polimer kompozitlari va fotoelektronik tizimlarda qo'llanishi mumkin.

TADQIQOTNING MAQSADI

Tadqiqotning maqsadi kobalt va kalsiy ionlari asosida sintez qilingan ftalosianin pigmentining zarracha morfologiyasi, elementar tarkibi va termik barqarorligini baholash hamda uni amaliy materiallar tarkibida qo'llash imkoniyatlarini asoslashdan iborat.

TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI

CoCaPc pigmentini sintez qilishda ftal angidrid, karbamid hamda kobalt II va kalsiy tuzlaridan foydalanildi. Ftal angidrid ftalosianin makrohalqasining asosiy skeletini shakllantirishda, karbamid esa halqa yopilish jarayonida muhim rol o'ynaydi. Kobalt va kalsiy ionlari pigment kompleksining markaziy va strukturaviy barqarorlashtiruvchi komponentlari sifatida ishtirok etadi.

Sintez qilingan pigmentning morfologik xususiyatlari JEOL JSM-IT210 rusumli skanerlovchi elektron mikroskop yordamida o'rganildi. SEM tahlil pigment zarrachalarining yuzasi, agregatlanish darajasi, mikrokristallik tuzilishi va g'ovaklik belgilarini baholash imkonini berdi. Elementar tarkib EDS usuli orqali aniqlandi. Termik barqarorlik esa SHIMADZU DTG-60 termik analizatori yordamida 20–600 °C oralig'ida TGA/DTA usullari bilan o'rganildi.

NATIJALAR VA TAHLIL

1. Morfologik tahlil

SEM tasvirlari CoCaPc pigmentining zarrachalari bir xil shaklda emasligini, ularning yuzasida mikrokristallik tuzilmalar va agregatlar mavjudligini ko'rsatdi. 10 µm kattalashtirishda pigment sirtida mayda kristall zarrachalar, notekis joylashgan qatlamlar va nisbatan zich struktura kuzatiladi. 50 µm kattalashtirishda esa yirik agregatlar va zarrachalarning guruhlanish holati yaqqol ko'rinadi.

Bunday morfologik ko'rinish pigmentning polimer matritsa yoki bo'yoq muhitida disperslanishiga bevosita ta'sir qiladi. Agar zarrachalar juda kuchli agregatlangan bo'lsa, rang berish bir tekis bo'lmasligi mumkin. Shu sababli amaliy ishlab chiqarishda pigmentni maydalash, dispersantlar qo'shish yoki sirtini modifikatsiyalash orqali uning tarqalish darajasini oshirish maqsadga muvofiqdir.



SEM tahlil natijalaridan kelib chiqib, CoCaPc pigmenti mikrokristallik tuzilishga ega ekani, uning yuzasi esa qoplama va polimer tizimlari bilan mexanik bog'lanish hosil qilish uchun qulay morfologik xususiyatlarga ega ekani aniqlanadi.

2. Elementar tarkib tahlili

Elementar tahlil pigment tarkibida asosiy organogen elementlar va metall ionlari mavjudligini tasdiqladi. Aniqlangan tarkib quyidagicha:

Element — miqdori, %

C — 55,8

N — 17,83

O — 21,11

Co — 2,5

Ca — 2,77

Jami — 100,00

Uglerod miqdorining yuqori bo'lishi ftalosianin halqasining aromatik makrosiklik tuzilishga ega ekanligini ko'rsatadi. Azotning sezilarli miqdorda aniqlanishi esa ftalosianin yadrosidagi aza-guruhlar mavjudligi bilan bog'liq. Kobalt va kalsiyning mavjudligi sintez jarayonida metall ionlari pigment tarkibiga kirganini tasdiqlaydi.

Co va Ca ionlarining birgalikda mavjudligi pigmentning fizik-kimyoviy xossalari kompleks ta'sir ko'rsatishi mumkin. Kobalt komponenti rang chuqurligi, elektron almashinish xususiyatlari va termik barqarorlikka ta'sir qilsa, kalsiy pigment zarrachalarining strukturaviy mustahkamligi hamda qoplama tarkibidagi barqarorligiga yordam berishi mumkin.

3. Termogravimetrik tahlil

TGA tahlil uchun 7,187 mg miqdordagi CoCaPc pigment namunasi olinib, 600 °C gacha qizdirildi. Termogravimetrik egri chiziqli pigment massasining yo'qolishi to'rt asosiy bosqichda kechishini ko'rsatdi.

Birinchi bosqich 32,8–191,8 °C oralig'ida kuzatildi. Bu bosqichda 0,686 mg yoki 9,545% massa yo'qotildi. Mazkur yo'qotish asosan namlik, adsorbsiyalangan suv va kristallogidrat suvining ajralishi bilan izohlanadi. Bu bosqich pigmentning asosiy makromolekulyar tuzilishi buzilmagan holda kechadi.

Ikkinchi bosqich 191,8–249,7 °C oralig'ida sodir bo'ldi. Bu oraliqda 3,2 mg yoki 43,5% massa yo'qotilishi qayd etildi. Bu eng intensiv parchalanish bosqichi bo'lib, organik fragmentlarning yemirilishi, kichik molekulali gazlarning ajralishi va ftalosianin halqasining ayrim qismlarida termik destruksiya boshlanishi bilan bog'liq.

Uchinchi bosqich 251,6–348,3 °C oralig'ida davom etdi. Bu bosqichda 1,5 mg yoki taxminan 20,6% massa yo'qotildi. Mazkur interval asosiy termik parchalanishning davom



etishini ko'rsatadi. Bu jarayonda organik qismning chuqurroq yemirilishi, uglerod oksidlari va azotli gazsimon mahsulotlarning ajralishi ehtimoli yuqori.

To'rtinchi bosqich 349,6–600 °C oralig'ida kuzatildi. Bu bosqichda massa yo'qotilishi 0,25 mg yoki 3,5% ni tashkil etdi. Oxirgi bosqichda metall karbonatlari va qoldiq organik komponentlarning parchalanishi, natijada metall oksidlari va uglerodli qoldiqning shakllanishi sodir bo'ladi.

4. DTA/DTG tahlil

DTA/DTG natijalari CoCaPc pigmentida asosiy energiya yutilish jarayonlari 191,8–253,9 °C va 324,8–357,6 °C oralig'ida kechishini ko'rsatadi. Eng muhim issiqlik yutilish nuqtalari 234,4 °C va 347,24 °C da qayd etilgan.

234,4 °C atrofidagi yutilish pigmentning organik qismining faol parchalanishi bilan bog'liq. 347,24 °C atrofidagi ikkinchi yutilish esa chuqurroq termik destruksiya, qoldiq karbonat va oksidli fazalarning shakllanishi bilan izohlanadi. Bu ikki maksimum CoCaPc pigmentining termik parchalanishida ikki asosiy faol zona mavjudligini ko'rsatadi.

5. Harorat bo'yicha massa yo'qotish tahlili

CoCaPc pigmentining turli haroratlardagi massa yo'qotish natijalari quyidagicha baholandi:

100 °C da massa yo'qotilishi 0,008 mg yoki 0,11% ni tashkil etdi. Bu pigmentning past haroratda deyarli barqaror ekanligini ko'rsatadi.

200 °C da massa yo'qotilishi 0,986 mg yoki 13,7% ga yetdi. Bu bosqichda adsorbsiyalangan namlik va ayrim uchuvchan komponentlar ajraladi.

300 °C da massa yo'qotilishi 3,99 mg yoki 55,5% bo'ldi. Bu asosiy termik parchalanishning kuchayganini bildiradi.

400 °C da massa yo'qotilishi 5,348 mg yoki 74,4% ni tashkil etdi. Bu haroratda organik qismning katta qismi parchalanadi.

500 °C da massa yo'qotilishi 5,43 mg yoki 75,5% bo'ldi. Bu bosqichda parchalanish sekinlashadi, qoldiq qism nisbatan barqarorlashadi.

600 °C da massa yo'qotilishi 6,08 mg yoki 84,6% ga yetdi. Yakuniy qoldiq asosan metall oksidlari va karbonli qoldiqdan iborat bo'lishi mumkin.

Ushbu natijalarga ko'ra, CoCaPc pigmentining asosiy parchalanish jarayoni 235–365 °C oralig'ida sodir bo'ladi. Bu ko'rsatkich pigmentning yuqori haroratga chidamli bo'yoqlar, polimerlar va qoplama materiallari uchun yaroqliligini ko'rsatadi.

MUHOKAMA

CoCaPc pigmentining morfologik va termik xossalari uni oddiy rang beruvchi modda emas, balki funksional pigment sifatida baholash imkonini beradi. SEM tahlilda aniqlangan mikrokristallik tuzilma pigmentning qoplama yuzasida mustahkam joylashishi va polimer



matritsa bilan mexanik bog'lanishini yaxshilashi mumkin. Elementar tarkibda Co va Ca ionlarining aniqlanishi esa pigment kompleksining ko'p komponentli xarakterga ega ekanligini tasdiqlaydi.

Termik tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, pigment 200 °C gacha nisbatan barqaror holatda bo'ladi. 235 °C dan keyin asosiy parchalanish kuchayadi. Shu sababli CoCaPc pigmentini qo'llashda mahsulotning qayta ishlash harorati muhim omil hisoblanadi. Polimerlarni bo'yashda pigment tanlashda nafaqat rang intensivligi, balki termik degradatsiya boshlanishi, disperslanish darajasi va kimyoviy muhitga chidamlilik ham hisobga olinishi lozim.

CoCaPc pigmentining amaliy ustunligi shundaki, u yuqori rang barqarorligi, nisbatan yuqori issiqlikka chidamlilik va metall-kompleks tuzilishga ega. Shu bilan birga, sanoatga joriy qilishdan oldin pigmentning toksikologik xavfsizligi, kobalt ionlarining migratsiyasi, erituvchi qoldiqlari va chiqindi suvlar tarkibi alohida tekshirilishi kerak. Aks holda ekologik xavfsizlik bo'yicha zaiflik yuzaga keladi.

AMALIY AHAMIYATI

Olingan natijalar CoCaPc pigmentidan quyidagi yo'nalishlarda foydalanish mumkinligini ko'rsatadi:

birinchidan, issiqlikka chidamli lok-bo'yoq mahsulotlarida barqaror ko'k rang beruvchi komponent sifatida;

ikkinchidan, polimer kompozitlar va plastmassa buyumlarida pigment qo'shimchasi sifatida;

uchinchidan, yuqori haroratda ishlatiladigan himoya qoplamalarida funksional to'ldiruvchi sifatida;

to'rtinchidan, fotoelektronik va sensor materiallarda metall-ftalosianin kompleksiga asoslangan faol komponent sifatida.

XULOSA

Kobalt-kalsiy saqlagan ftalosianin pigmentining morfologik, elementar va termik tahlillari uning amaliy jihatdan istiqbolli material ekanligini ko'rsatdi. SEM tahlili pigment zarrachalarining mikrokristallik va agregatlangan tuzilishga ega ekanligini aniqladi. Elementar tahlil tarkibda C, N, O, Co va Ca mavjudligini tasdiqladi. TGA/DTA natijalariga ko'ra, pigmentda massa yo'qotilishi to'rt bosqichda sodir bo'ladi, asosiy termik parchalanish esa 235–365 °C oralig'ida kechadi.

Pigmentning 200 °C gacha nisbatan barqarorligi va yuqori haroratlarda bosqichma-bosqich parchalanishi uni polimer kompozitlari, lok-bo'yoq materiallari va issiqlikka chidamli qoplamalarda qo'llash imkonini beradi. Shu bilan birga, sanoat miqyosida joriy qilish uchun pigmentning disperslanish xususiyatlari, rang barqarorligi, ekologik xavfsizligi



va kobalt ionlarining migratsiya ehtimolini qo'shimcha o'rganish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Wood J. Viruses rise to the surface. *Materials Today*. 2006. Vol. 9, №4. P. 15.
2. Белогорохов И.А. Оптические и электрические свойства полупроводниковых структур на основе молекулярных комплексов фталоцианинов, содержащих ионы лантанидов в качестве комплексообразователя. Диссертация. Москва, 2009.
3. Sesalan B.Ş., Koca A., Göl A. Water soluble novel phthalocyanines containing dodeca-amino groups. *Dyes and Pigments*. 2008. Vol. 79, №3. P. 259–264.
4. Mansfeldová V., K.M., Tarábková H., Janda P., Nesměrák K. Versatile cell for in-situ spectroelectrochemical and ex-situ nanomorphological characterization of both water soluble and insoluble phthalocyanine compounds. *Monatshefte für Chemie*. 2016. Vol. 147, №8. P. 1393–1400.
5. Ion R.M. The use of phthalocyanines and related complexes in photodynamic therapy. *Photosensitizers in Medicine, Environment, and Security*. Springer Netherlands, 2012. P. 315–349.
6. Степанян А.А., Бернашевский Н.В., Кулыгина З.П., Исак А. Фталоцианиновые пигменты. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2014. №9. С. 41.
7. Heliogen® pigments: product information. BASF Pigments.
8. Дубинина Т.В., Томилова Л.Г., Зефилов Н.С. Синтез фталоцианинов с расширенной системой π -электронного сопряжения. *Успехи химии*. 2013. Т. 82, №9. С. 865–895.