ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 5

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 5

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

MIS METALI VA AZOT, FOSFOR, KALIY BILAN MODIFIKATSIYALANGAN FTALOSIYANIN PIGMENTINING IQ SPEKTRINI TADQIQ QILISH

Odiljon Qayumjonov
Namangan davlat texnika universiteti doktoranti
Email: qayumjonovodiljon4595@gmail.com
Muzaffar Yusupov
Namangan davlat texnika universiteti dotsenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada azot, fosfor, kaliy va mis metali bilan modifikatsiyalangan ftalosiyanin pigmentining infraqizil (IQ) spektr tahlili o‘rganildi. Sintez qilingan pigment tarkibidagi funksional guruhlar va kimyoviy bog‘lanishlarni aniqlash maqsadida IQ-spektroskopiya usulidan foydalanildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, ftalosiyanin halqasiga xos bo‘lgan C=N, C–N hamda aromatik C=C bog‘lanishlarining tebranish chastotalari kuzatildi. Shuningdek, pigment tarkibiga kiritilgan azot, fosfor va kaliy elementlari bilan bog‘liq funksional guruhlarning spektral o‘zgarishlari aniqlandi. Mis metali bilan kompleks hosil bo‘lishi natijasida spektrdagi ayrim yutilish sohalarining siljishi kuzatilib, bu metall-ftalosiyanin kompleksining muvaffaqiyatli hosil bo‘lganligini tasdiqladi. Olingan natijalar modifikatsiyalangan ftalosiyanin pigmentining tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalarini baholashda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar. Ftalosiyanin, π-elektron, fotoaktiv material, quyosh batareasi, gaz sensorlari, yarimo‘tkazgich.

Аннотация. В данной статье исследован инфракрасный (ИК) спектральный анализ фталоцианинового пигмента, модифицированного азотом, фосфором, калием и металлом медью. Для определения функциональных групп и химических связей в составе синтезированного пигмента был использован метод ИК-спектроскопии. Результаты исследования показали наличие колебательных частот, характерных для фталоцианинового кольца, таких как связи C=N, C–N и ароматические связи C=C. Кроме того, были выявлены спектральные изменения функциональных групп, связанных с введёнными в состав пигмента азотом, фосфором и калием. В результате образования комплекса с металлом медью наблюдалось смещение некоторых областей поглощения в спектре, что подтвердило успешное формирование металлофталоцианинового комплекса. Полученные результаты служат важной научной основой для оценки структуры и физико-химических свойств модифицированного фталоцианинового пигмента.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Фталоцианин, π-электрон, фотоактивный материал, солнечная батарея, газовые сенсоры, полупроводник.

Abstract. This article presents the infrared (IR) spectral analysis of phthalocyanine pigment modified with nitrogen, phosphorus, potassium, and copper metal. The IR spectroscopy method was used to identify the functional groups and chemical bonds in the synthesized pigment structure. The research results revealed vibration frequencies characteristic of the phthalocyanine ring, including C=N, C–N, and aromatic C=C bonds. In addition, spectral changes related to the functional groups associated with nitrogen, phosphorus, and potassium introduced into the pigment structure were identified. The formation of a complex with copper metal caused shifts in certain absorption regions of the spectrum, confirming the successful formation of the metallophthalocyanine complex. The obtained results provide an important scientific basis for evaluating the structure and physicochemical properties of the modified phthalocyanine pigment.

Keywords: phthalocyanine, π-electron, photoactive material, solar battery, gas sensors, semiconductor.

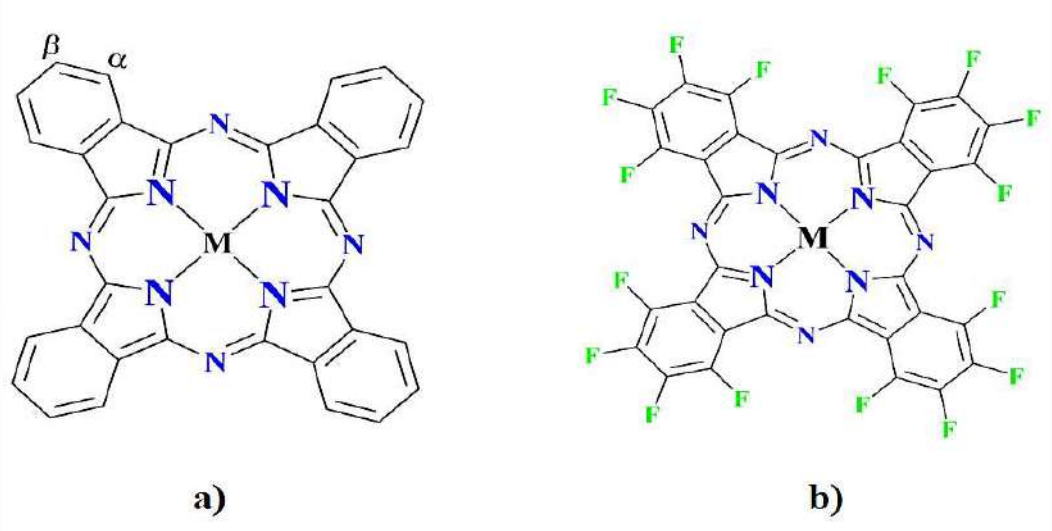
KIRISH.

Ftalosiyaninlarning tarixi va fizik kimyoviy xossalari

Ftalotsianinlar (Pc) birinchi bor 1907-yilda Braun va Tscherniac tomonidan tasodifan kashf etilgan. Biroq metall-ftalotsianinlar va metallsiz ftalotsianinlarning chuqur tadqiqi hamda ularning strukturaviy tavsifi faqat 1930-yillarda Reginald P. Linstead va uning hamkasblari tomonidan amalga oshirilgan. Ftalotsianinlar tabiiy porfirinlarning sintetik analoglari hisoblanadi va har ikkala birikma ham yuqori samaradorlikka ega fotosensibilizatorlar sifatida yaxshi ma’lumdir.Ftalotsiyanin molekulasi azo holatidagi (1 va 3) azot atomlari orqali bir-biri bilan bog‘langan to‘rtta izoindol fragmentidan tashkil topgan murakkab organik birikma xisoblanadi . Porfirinlar esa mezo holatlaridagi (2 va 5) uglerod atomlari orqali bog‘langan to‘rtta pirrol halqasidan iborat bo‘ladi. Ushbu strukturaviy farq ftalotsiyaninlarning elektron tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.Ftalotsiyaninlar 18 π-elektrondan tashkil topgan kuchli konyugirlangan delokalizatsiyalangan elektron tizimiga ega tekis (planar) geometrik tuzilishga ega organik birkmadir. Aynan delokalizatsiyalangan π-elektronlar molekulaga yuqori termik va fotokimyoviy barqarorlik beradi. Shu sababli ftalotsiyaninlar yuqori harorat va kuchli yorug‘lik ta’sirida ham o‘z strukturaviy barqarorligini saqlab qoladi. Ularning yuqori kimyoviy va termik chidamliligi turli sohalarda keng qo‘llanishiga imkon yaratadi. Jumladan, ftalotsiyaninlar bo‘yoqlar va pigmentlar, quyosh batarealari, gaz sensorlari, nanochiziqli optik materiallar hamda tibbiyotda fotodinamik terapiya soxasida

ISSN 3030-3907

istiqbolli funksional material sifatida qo‘llaniladi.Ftalotsiyaninlarning eng muhim afzalliklaridan biri markaziy qismiga metall atomini kiritish imkoniyatidir. Metall atomining koordinatsiyalanishi natijasida metall-ftalotsiyanin komplekslari hosil bo‘ladi va bu markaz molekulada katalitik faol nuqta vazifasini bajaradi. Markaziy metall sifatida Cu, Co, Fe, Ni, Zn, Al kabi metallardan foydalanish mumkin bo‘lib, ularning har biri molekulaning optik, elektron va katalitik xossalariga turlicha ta’sir qiladi.Metall-ftalotsiyaninlarning yutilish spektri odatda ikkita asosiy yutilish zonasidan iborat bo‘ladi. Birinchi zona kam intensivlikka ega bo‘lgan Soret yutilish zonasi bo‘lib, u yaqin ultrabinafsha diapazonda taxminan 300–400 nm oralig‘ida kuzatiladi. Ikkinchi va eng intensiv zona esa Q-soha bo‘lib, u 600–800 nm oralig‘idagi ko‘rinadigan spektr qismida joylashadi. Q-sohadagi kuchli yutilish $\pi \rightarrow \pi^*$ elektron o‘tishlari bilan bog‘liq bo‘lib, porfirinlarga nisbatan yanada yuqori intensivlikka ega hisoblanadi. Aynan ushbu kuchli yutilish ftalotsiyaninlarni fotoaktiv material sifatida juda muhim qiladi.Ftalotsiyaninlarning asosiy kamchiliklaridan biri ularning ko‘pchilik organik erituvchilarda yomon eruvchanligidir. Bu holat molekulalarning o‘zaro agregatlanishga moyilligi bilan bog‘liq. Agregatsiya jarayonida molekulalar π–π bog‘lanish orqali bir-biriga yaqinlashadi va bu ularning fizik hamda optik xossalarining o‘zgarishiga olib keladi.



1-rasm. Ftalotsiyaninlarning tuzilishi a)$H_{16}PcM$.b) $F_{16}PcM$

Masalan, agregatsiya yorug‘lik yutilishini kamaytirishi, elektr o‘tkazuvchanligini o‘zgartirishi yoki katalitik faol markazlarning kamayishiga sabab bo‘lishi mumkin.Mazkur muammoni bartaraf etish uchun ftalotsianin molekulasiga turli funksional guruhlar yoki yon zanjirlar kiritiladi. Katta hajmli modifikatsalarni kiritilishi molekulalararo boglarni kamaytiradi va eruvchanlikni oshiradi. Shu bilan birga, katalitik faol markazlarning soni ortishi mumkin. Ayniqsa, karboksil (-COOH) va sulfon (-SO_3H) guruhlarini kiritish ftalotsiyaninlarning suvdagi eruvchanligini oshiradi. Qutbsiz alkil yoki aromatik

ISSN 3030-3907

zanjirlarning biriktirilishi esa ularning organik muhitdagi eruvchanligini yaxshilaydi.Molekulani funksionallashtirish nafaqat eruvchanlikni oshiradi, balki ftalotsianinlarning elektron tuzilishi, optik xossalari, dipol momenti va yarimo‘tkazgichlik parametrlarini ham boshqarish imkonini beradi. Shu sababli modifikatsiyalangan ftalotsianinlar organik elektronika, quyosh energetikasi, sensor texnologiyalari va kataliz sohalarida yangi avlod funksional materiallari sifatida katta ilmiy qiziqish uyg‘otmoqda.

CuNPKPc pigmenti sintezidagi kimyoviy reagentlar va sintez usullari

Ilmiy tadqiqot natijalariga suyangan xolda yuqori intensiv azot, fosfor va kaliy saqlovchi mis ftalotsiyanin pigmentlarini sintezining kimyoviy reaktivlarning ekvalent miqdori va temperatura muhim omillardan xisoblanadi. CuNPKPc pigmenti sintezida boshlang‘ich moddalar nisbati va temperaturaning pigmentlar unumiga ta’siri 1.1-jadvalda keltirilgan.

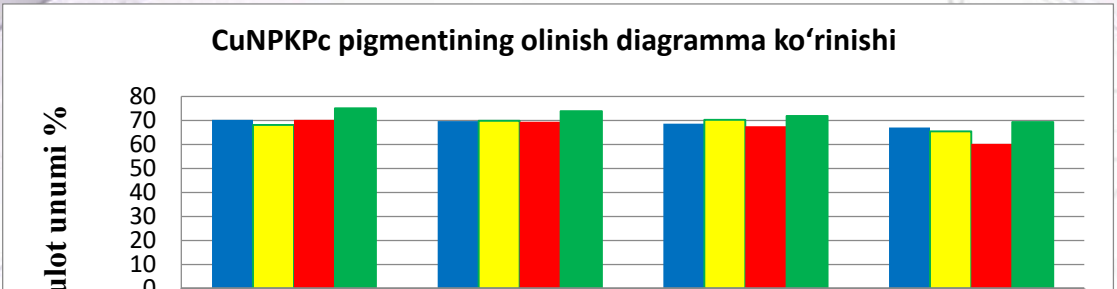
1.1-jadval

CuNPKPc pigmenti uchun olingan boshlang‘ich moddalar nisbati va temperaturaning pigmentlar unumiga ta’siri

№	FA: $(NH_2)_2CO$: NPK: $CuCl_2$	T, ^{0}C	ω,%	№	FA: $(NH_2)_2CO$: NPK:$CuCl_2$	T, ^{0}C	ω,%
1	1:7:1:0,5 8-namuna	220	70,3	9	1:10:2:0,5 15-namuna	220	70,3
2		240	69,7	10		240	69,4
3		260	68,6	11		260	67,6
4		280	67,1	12		280	60,2
5	1:10:3:0,5 13-namuna	220	68,1	13	1:10:1:0,5 16-namuna	220	75,02
6		240	69,8	14		240	73,8
7		260	70,3	15		260	71,9
8		280	65,5	16		280	69,3

Yuqori rang berish xossasiga ega bolgan intensiv azot, fosfor va kaliy saqlovchi mis ftalotsiyanin pigmentlarini olishda boshlang‘ich mahsulotlarning nisbati 16-namunada 1:10:1:0,5, temperatura 220 ^{0}C bo‘lganda, unum 75,02 % ga teng ekanligini aniqlandi. Bu natijalar CuNPKPc sintezi uchun eng maqbul sharoit deb topildi.

ISSN 3030-3907



	220	240	260	280
1;7;1;0,5	70,3	69,7	68,6	67,1
1;10;3;0,5	68,1	69,8	70,3	65,5
1;10;2;0,5	70,3	69,4	67,6	60,2
1;10;1;0,5	75,02	73,8	71,9	69,3

2-rasm. CuNPKPc pigmentini sintez qilishda boshlang‘ich reagentlar miqdori hamda haroratning pigment unumiga ta’sirini diagramma ifodasi

CuNPKPc pigmentini sintezlashning eng muhim 2 xil usulda amalga oshiriladi:baland haroratda qizdirish va erituvchi muhitida olib borildi. Erituvchi muhitda pigment olish. Moyli hammomiga 300 ^{0}C, aralashtirgich, termometr va qaytarma sovutgich bilan jihozlangan uch og‘izli 500 ml sig‘imli kolba kerak bo‘ladi, talab etilgan reagentlar quydagi miqdorda, 30 gr (0.5 mol) karbamid, 63.5 gr (0.5 mol) NPK (13% 40% 13%), 7.5 gr (0.1 mol) ftal angidrid erituvchi sifatida 300 ml dimetilsulfoksid (DMSO) qo‘shiladi va sungra katalizator sifatida ammoniy geptamolibdat massaning 1% miqdorida qushiladi.Aralashmada DMSO ning qaynash temperaturasi 210 °C , biz reaksiyani shu haroratda aralashtirilib turgan holda 3 soat davom ettiramiz. Shundan sung aralashma temperaturasi 90 ^{o}C ga to‘shiriladi, shu haroratda 125 ml 10 % li xlorid kislota bilan 30 daqiqa aralashtiriladi, hosil bo‘lgan aralashma filtrlanib, filtrat qaytadan xlorid kislota bilan ishlov beriladi, distillangan suv bilan yuviladi va qurutuvchi pechda 40 °C haroratda quritiladi. Hosil bo‘lgan pigment unumi 78 % ni tashkil qiladi.

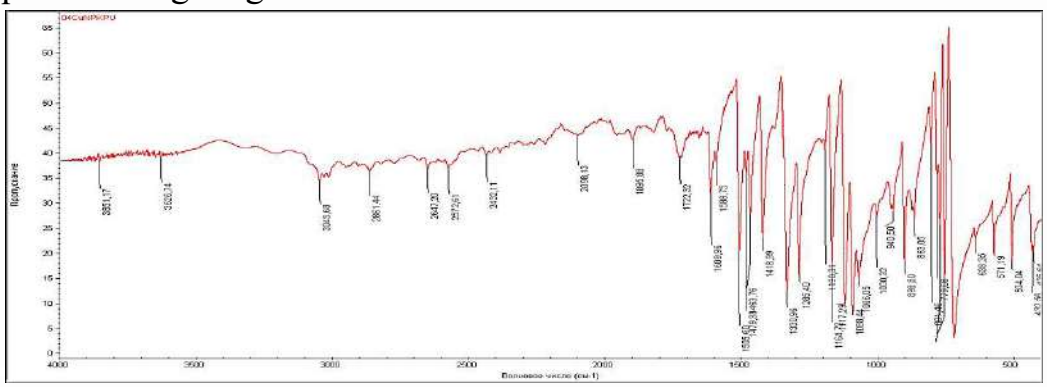
2 Usul qizdirish usulida pigment olishda kerakli reagentlar sig‘imi 500 ml bo‘lgan yuqori temperaturaga chidamli shisha stakanga quyidagi reagentlar solinadi 33.5 g (0,25 mol) mis(II) xlorid, 30 g (0.5 mol) karbamid, 7.5 g (0.05 mol) ftal angidrid, 63.5 gr (0.5 mol) NPK (13% 40% 13%), katalizator sifatida ammoniy geptamolibdatdan massaning 1 % ulushida qo‘shiladi, Dlab HP-550-S qizdiruvchi elektr pilitada gomogen (och havo rang) holatga kelgunicha aralashtiriladi. Gomogen holga kelgan massa 2 soat davomida qizdiruvchi SNOL 3/1000 LHM01 mufelniy pechda 220 °C gacha qizdiriladi. Keyin hosil bo‘lgan govaksimon modda 60 °C gacha sovutilib 80 % li sulfat kislota bilan ishlov beriladi. Erigan mahsulotga qaynoq suv qo‘shilib aralashtiriladi.Reaksiyaga kirishmay qolgan boshlang‘ich mahsulotlar hamda oraliq mahsulotlar shu orqaliy eritib olinad. Reaksion eritma bir necha marotaba distillangan suv bilan yuvib

ISSN 3030-3907

olinadi. Hosil bo‘lgan CuNPKPc-16 pigmenti cho‘kmaga tushadi. Cho‘kmaga tushgan ftalotsiyanin pigmentini Byuxner voronkasida filtrlab, SHS-80-01 MK SPU qurutuvchi pechida 60 °C haroratda quritiladi va CuNPKPc-16 sintezlash shu tariqa yakunlanadi. Jarayonining eng yuqori temperaturasi 220 °C ga yetadi. Natijada, yuqori intensiv CuNPKPc-16 staxiometrik jihatdan mumkin bo‘lgan 75,02 % unumda olinadi.Ushbu pigment asosan erituvchi muhitida sintezlash orqali olingan pigment bilan bir xil rang xususiyatlarini namoyon etadi. Biroq, qizdirish usulida sintezlash orqali olingan pigmentning intensivligi yuqoriligi bilan farqlanadi.

Olingan CuNPKPc pigmentining IQ taxlil natijasi

Azot, fosfor, kaliy va mis metali bilan modifikatsiyalangan ftalotsiyanin pigmentining IQ-spektral tahlili molekulaning funksional guruhlari, koordinatsion bog‘lari hamda makrotsiklik tizimdagi elektron delokalizatsiyasini aniqlashda muhim analitik usullardan biri hisoblanadi. IQ-spektr natijalari sintez qilingan birikmaning ftalotsianin strukturasi muvaffaqiyatli hosil bo‘lganligini hamda modifikatsiyalovchi elementlarning makrotsiklik halqa bilan o‘zaro ta’sirini tasdiqlaydi.Ftalotsiyanin birikmalari yuqori konyugirlangan aromatik π-elektron tizimiga ega bo‘lgani sababli IQ-spektrda bir qator xarakterli tebranish chiziqlari kuzatilganligini 2-rasmda ko‘rishimiz mumkun.



2-Rasm. CuNPKPc pigmentining IQ sipektr ko‘rinishi

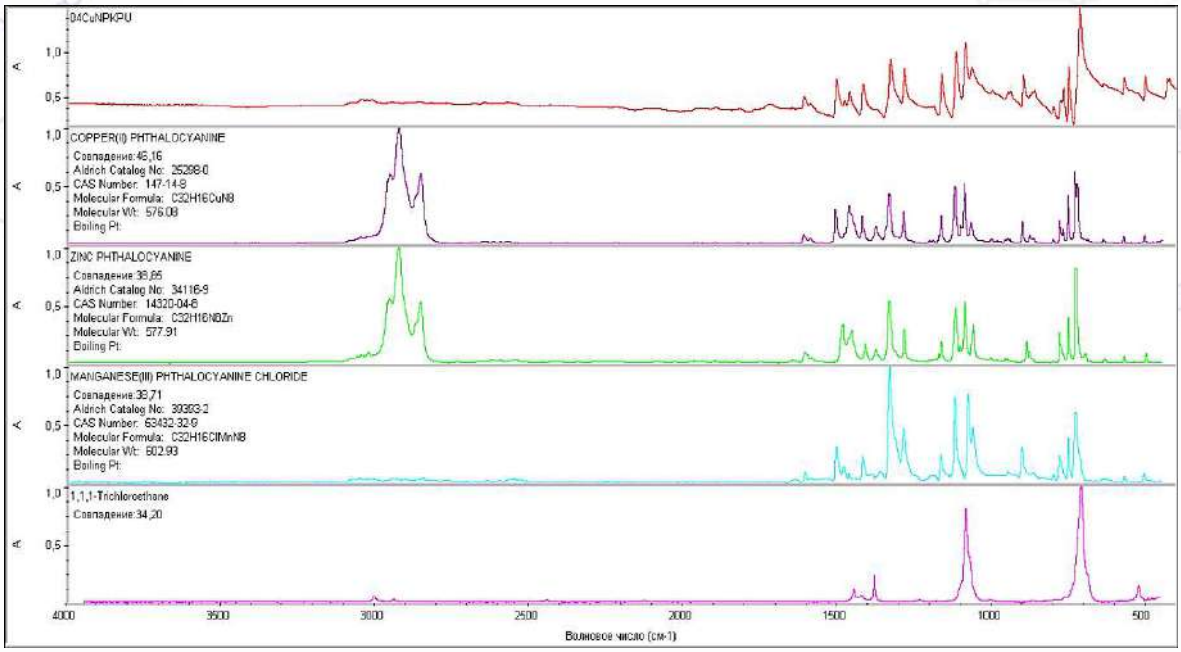
Spektrning 3400–3200 sm^{-1} oralig‘ida kuzatiladigan keng yutilish sohasi adsorbsiyalangan suv molekulalari yoki N–H valent tebranishlariga mos keladi. Modifikatsiyalangan namunada ushbu cho‘qqining intensivligi azot saqlovchi funksional guruhlar mavjudligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, amin yoki amid tabiatli azotli fragmentlarning mavjudligi molekulaning elektron donor xossalarini oshirishi mumkin.2900–2850 sm^{-1} diapazonda kuzatiladigan kuchsiz yutilishlar alifatik C–H valent tebranishlariga mos keladi. Ushbu piklarning nisbatan past intensivligi ftalotsianin strukturasining asosan aromatik tabiatga ega ekanligini ko‘rsatadi. 1700–1600 sm^{-1} oralig‘ida joylashgan intensiv yutilishlar esa C=N va C=C bog‘larining valent tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, ftalotsiyanin makrohalqasining hosil bo‘lganligini tasdiqlovchi asosiy spektral belgilar

ISSN 3030-3907

hisoblanadi. Ayniqsa, 1600 sm^{-1} atrofidagi pik izoindol fragmentlari orasidagi kuchli elektron konyugatsiyani ifodalaydi.1500–1400 sm^{-1} oralig‘idagi yutilish chiziqlari aromatik halqadagi C=C hamda C–N bog‘larining skelet tebranishlariga tegishlidir. Mis metali bilan koordinatsiyalangan ftalotsianinlarda ushbu piklarning siljishi metall–ligand o‘zaro ta’sirining kuchayganligini ko‘rsatadi. Cu^{2+} ionining markaziy koordinatsion tugunda joylashishi π-elektron zichligining qayta taqsimlanishiga olib keladi, natijada IQ-spektrdagi ayrim tebranish chastotalari past yoki yuqori qiymatlarga siljishi mumkin. Bu holat metall-ftalotsianin kompleksining muvaffaqiyatli sintezlanganligini tasdiqlaydi.1300–1000 sm^{-1} diapazon ftalotsianin pigmentlari uchun eng muhim spektral sohalardan biri hisoblanadi. Ushbu hududda C–N, C–O, P–O hamda P=O bog‘lariga tegishli tebranishlar kuzatiladi. Fosfor bilan modifikatsiyalangan namunada 1200–1100 sm^{-1} oralig‘ida intensiv yutilishlarning paydo bo‘lishi fosfat guruhlari yoki fosfor-azotli fragmentlarning shakllanganligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, P=O bog‘iga tegishli kuchli tebranishlar fosforning makrotsiklik tizim bilan kimyoviy integratsiyalashganligini tasdiqlaydi. Fosfor atomining kiritilishi molekuladagi elektron zichligini o‘zgartirib, yarimo‘tkazgichlik xossalariga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.Kaliy elementi bilan modifikatsiyalash natijasida spektrning past chastotali qismida ayrim deformatsion tebranishlarning intensivligi ortadi. Kaliy ionlari ftalotsianin halqasidagi elektron bulut bilan elektrostatik o‘zaro ta’sirlashib, molekulaning kristallik darajasi hamda ion o‘tkazuvchanligiga ta’sir qiladi. Shu sababli ayrim C–N va C=C tebranish chiziqlarida kichik siljishlar kuzatiladi.900–700 sm^{-1} oralig‘ida aromatik C–H deformatsion tebranishlari kuzatiladi. Ushbu piklar benzol va izoindol fragmentlarining mavjudligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, 750–720 sm^{-1} atrofidagi intensiv yutilish ftalotsiyanin halqasining aromatik skeleti bilan bog‘liq bo‘lib, makrotsiklik strukturaning saqlanib qolganligini tasdiqlaydi.600 sm^{-1} dan past hududda esa metall–azot (Cu–N) koordinatsion bog‘lariga tegishli tebranishlar kuzatilishi mumkin. Bu tebranishlar markaziy mis atomining ftalotsiyanin halqasidagi to‘rtta pirrol azot atomlari bilan koordinatsion bog‘ hosil qilganligini ko‘rsatadi. Metall–ligand bog‘larining shakllanishi molekulaning elektr, magnit va katalitik xossalarini sezilarli darajada yaxshilaydi.Olingan IQ-spektr natijalari azot, fosfor va kaliy bilan modifikatsiyalangan mis-ftalotsiyanin pigmentining murakkab kon’yugirlangan makrotsiklik strukturaga ega ekanligini tasdiqlaydi. Modifikatsiyalovchi elementlarning molekula tarkibiga muvaffaqiyatli kiritilishi natijasida elektron zichligi qayta taqsimlangan hamda yangi funksional guruhlar shakllangan. Bu esa pigmentning optik faolligi, termik barqarorligi, elektr o‘tkazuvchanligi va katalitik xossalarining yaxshilanishiga olib keladi.Shuningdek, IQ-spektr tahlili modifikatsiyalangan ftalotsiyanin

ISSN 3030-3907

pigmentining organik elektronika, fotoaktiv materiallar, quyosh batarealari, gaz sensorlari va elektrokimyoviy qurilmalar uchun istiqbolli funksional material ekanligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, fosfor va azot atomlarining mavjudligi elektron donor-akseptor tizim hosil qilib, zaryad tashish jarayonlarini tezlashtiradi, mis markazi esa molekulaning katalitik va yarimo‘tkazgich xossalarini kuchaytiradi.



3-Rasm. Sintez qilingan CuNPKPc pigmentining IQ taxlil natijasini turli xil ftalosiyanin brikmalariga solishtirilgan xolati.

3-rasmda shuni ko‘rish mumkunki sintez jarayonida CuNPKPc ftalotsiyanin makrohalqasining hosil bo‘lganligini tasdiqlovchi asosiy belgilar hisoblanadi.

XULOSA.

Xulosa qilib aytganda, azot, fosfor, kaliy va mis metali bilan modifikatsiyalangan ftalosiyanin pigmentining IQ-spektr tahlili natijalari pigment tarkibida funksional guruhlar va metall kompleks birikmalar muvaffaqiyatli hosil bo‘lganligini tasdiqladi. Spektrda ftalosiyanin halqasiga xos bo‘lgan C=N, C–N hamda aromatik bog‘lanishlarga tegishli yutilish chiziqlari aniq kuzatildi. Mis metali bilan kompleks hosil bo‘lishi tufayli ayrim tebranish chastotalarining siljishi pigmentning kimyoviy tuzilishi o‘zgarganligini ko‘rsatdi. Tadqiqot natijalari sintez qilingan pigmentning barqarorligi, tarkibiy tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalarini aniqlashda IQ-spektroskopiya usuli samarali ekanligini namoyon etdi. Mazkur pigmentlar sanoatning turli yo‘nalishlarida, ayniqsa rang beruvchi va funksional materiallar sifatida qo‘llash uchun istiqbolli hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABYOTLAR

1. Centers for Disease Control and Prevention. Antimicrobial Resistance. https://www.cdc.gov/drugresistance/index.html.

ISSN 3030-3907

2. Alghamdi, B. A.; Al-Johani, I.; Al-Shamrani, J. M.; Alshamrani, H. M.; Al-Otaibi, B. G.; Almazmomi, K.; Yusof, N. Y. Antimicrobial resistance in methicillin-resistant staphylococcus aureus. Saudi J. Biol. Sci. 2023, 30 (4), 103604. DOI: 10.1016/j.sjbs.2023.103604
3. Ventola, C. L. The Antibiotic Resistance Crisis. Pharmacy and Therapeutics 2015, 40 (4), 277-283.
4. Correia, J. H.; Rodrigues, J. A.; Pimenta, S.; Dong, T.; Zhaochu, Y. Photodynamic Therapy Review: Principles, Photosensitizers, Applications, and Future Directions. Pharmaceutics 2021, 13 (9), 1332. DOI: 10.3390/pharmaceutics13091332.
5. Diaz-Diestra, D.; Gholipour, H. M.; Bazian, M.; Thapa, B.; Beltran-Huarac, J. Photodynamic Therapeutic Effect of Nanostructured Metal Sulfide Photosensitizers on Cancer Treatment. Nanoscale Res. Lett. 2022, 17 (33), 1-24. DOI: 10.1186/s11671-022 03674-8.
6. Tim, M. Strategies to optimize photosensitizers for photodynamic inactivation of bacteria. J. Photochem. Photobiol., B 2015, 150, 2-10. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2015.05.010.
7. Benov, L. Photodynamic Therapy: Current Status and Future Directions. Med. Princ. Pract. 2014, 24, 14-28. DOI: 10.1159/000362416.
8. Castano, A. P.; Demidova, T. N.; Hamblin, M. R. Mechanisms in photodynamic therapy: part one-photosensitizers, photochemistry and cellular localization. Photodiagn. Photodyn. Ther. 2004, 1 (4), 279-293. DOI: 10.1016/S1572-1000(05)00007-4.
9. Huang, L.; Xuan, Y.; Koide, Y.; Zhiyentayev, T.; Tanaka, M.; Hamblin, M. R. Type I and Type II mechanisms of antimicrobial photodynamic therapy: An in vitro study on Gram-negative and Gram-positive bacteria. Lasers Surg. Med. 2012, 44 (6), 490-499. DOI: 10.1002/lsm.22045.
10. Hormazábal, D. B.; Reyes, A. B.; Castro, F.; Cabrera, A. R.; Dreyse, P.; Melo-González, F.; Bueno, S. M.; González, I. A.; Palavecino, C. E. Synergistic effect of Ru(II)-based type II photodynamic therapy with cefotaxime on clinical isolates of ESBL-producing Klebsiella pneumoniae. Biomed. Pharmacother. 2023, 164, 114949. DOI: 10.1016/j.biopha.2023.114949
11. Yu, H.; Chen, B.; Huang, H.; He, Z.; Sun, J.; Wang, G.; Gu, X.; Tang, B. Z. AIE-Active Photosensitizers: Manipulation of Reactive Oxygen Species Generation and Applications in Photodynamic Therapy. Biosensors 2022, 12 (5), 348. DOI: 10.3390/bios12050348.
12. Abrahamse, H.; Hamblin, M. R. New photosensitizers for photodynamic therapy. Biochem. J. 2016, 473 (3), 347-364. DOI: 10.1042/BJ20150942.

ISSN 3030-3907

13. Odiljon, K., Muzafar, Y., & Doniyor, S. (2024). Synthesis and infrared spectroscopy (ir) studies of phthalocyanine pigment. containing copper, calcium, nitrogen and npk. Universum: технические науки, 10(12 (129)), 9-12.

ISSN 3030-3907