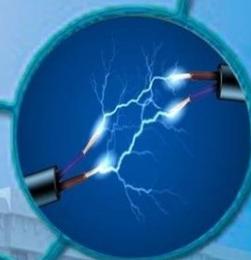
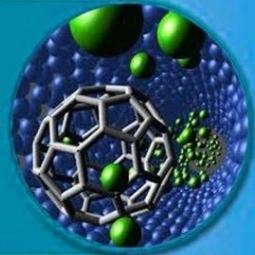




**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**

**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



5

2023



Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро муҳандислик-технология институти ректори

Муовини:

ЮЛДАШЕВ Н.Х. –

БухМТИ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

- МУҚИМОВ К.М. –** ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)
ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)
НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)
БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби
ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БДУ)
ЖАЛИЛОВ Т.Қ. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (ТКТИ)
МУХТАРОВ Н.Ш. – техника фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)
ТУХСАНОВ Х.А. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)
МАДИЕВ Р.Х. – техника фанлари доктори (DSc) (“Шуртан ГKM” МЧЖ)
ҒАФУРОВ Д.О. – Бухоро МТИ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори
АЛИМОВ А.А. – Бухоро МТИ ўқув ишлар бўйича проректори
САИДОВ С.Б. – Бухоро МТИ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори
ШАРИПОВ М.З. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор
АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор
РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор
ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор
ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор
САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор
ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор
ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор
АБДУРАҲМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор
НИЗОМОВ А.Б. – иқтисод фанлари доктори, профессор
ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc)
ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор
ЖЎРАЕВА М.М. – филология фанлари доктори (DSc), профессор
ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc),
ХАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х.
БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори, (DSc)
БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори, (DSc)
ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)
ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор
МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc),
АХМЕДОВ В.Н. – кимё фанлари номзоди, профессор
ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

Бош муҳаррир:

ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар:

БАРАКАЕВА Д.Ф., ОРТИҚОВА С.Ж., ИСТАМОВА Г.Х.

Мусаҳҳихлар:

БОЛТАЕВА З.З., АРТИКОВА М.М.

**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ
ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ**

**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ
НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро муҳандислик-технология институти

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5- сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:

200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро муҳандислик-технология институти

Тел: 0(365) 223-92-40

Факс: 0(365) 223-78-84

Электрон манзил:

E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан <https://journal.bmti.uz/> сайти орқали танишиш мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас. Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Yuldoshev D.F., Mominov T.SH., Absattorov I.X. Development of a traffic schedule of city buses based on variable intervals according to the flow of passengers	4
Бибуттов Н.С. Обоснование угла заострения стойки рабочего органа глубоководного	8
Ризаев Ш.А., Махмудов М.Ж. Табиий газни қуритиш жараёнида сирт-фаол моддаларни қўллаш аспекти	14
Цуканов М.Н., Капустин В.М., Рахимов Х.Ю. Выбор и обоснование объектов исследования для разработки композиционных гидроизоляционных материалов	20
Haydarov Sh.B., Ataqulov L.N., Xamzayev A.A., Aslonov A.X. Determination of tension forces on conveyor rollers.	25
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Астанов С.Х., Шарипов Н., Раупова И.Б., Жураева Л.И. Спектроскопические исследования самосборки α -каротиноида в бинарных смесях растворителей	30
Авезов К.Г., Умаров Б.Б. Синтез, ИК- и ЭПР-спектроскопия комплексов меди(II) на основе бензоилгидразонов 2-перфторациклических алканов	35
Shukurov J.X., Fayzullaev N.I. Mahalliy xomashyolar asosida dimetilefir olish uchun katalizator tanlash va texnologiyasi	41
Адинаев Х.А, Қодирова З.Р, Қодиров Р.А. Шиша олишдаги асосий хомашё – Шеробод ва Жарқўрғон кварц кумларининг инфрақизил спектроскопик ва дифференциал термик таҳлили	48
Kodirov B.X., Tojiyev R.R. O‘zbekiston Respublikasi hududida mavjud bo‘lgan glaukonit tabiiy minerali va uning ahamiyati	52
Do‘stov N.B., Xo‘jaqulov A.F., Hotamov Q.Sh. Ishlatilgan neft moylarini regeneratsiyalashning zamonaviy texnologiyalari va tendensiyalari	57
Умиров У.Ф., Сабилов Б.Т., Умиров Ф.Э., Темиров У.Ш. Оқова сувларни тозалаш учун сорбентлар олиш ва уларнинг хоссаларини ўрганиш	65
Ochilov A.A., Uzakbaev K.A. Mahalliy og‘ir yuqori qovushqoqli neftlarning suv-neftli emulsiyalarni parchalash jarayoni tahlili	72
Махмудов М.Ж., Адизов Б.З., Элмуродов Э.Ю. Замонавий газни қайта ишлаш заводлари маҳсулотларини классификациялаш ва уларнинг физик-кимёвий хоссаларини таҳлил қилиш	77
Mamirzayev M., Asrorov D.A., Fayzullayev N.I. Tabiiy gazdan mezog‘ovakli uglerod olish	85
Tilloev L.I., Do‘stov N.B. Chiqindi “Sariq moy”dan uglevodorodli tarkibni ajratish va uni ekstraksiyalash	96
Назаров Ф.Ф., Лутфуллаев С.Ш., Назаров Ф.С. Полимер ва полимер композицион материаллар учун антипиренлар	101
Рахимов Б.Р. Юқори қатронли нефтларнинг қовушқоқлигини пасайтирувчи депрессантлар олиш технологиясини такомиллаштириш	108
Фозилов Х.С., Туробжонов С.М., Мавланов Б.А., Давронова Ф.Л. Шўртангаз кимё мажмуаси иккиламчи хомашёси қуйи молекулали полиэтиленни оксидаб юқори ёғ спиртлар олиш ва уларни дизел ёқилғилари учун мойловчи присадкалар сифатида қўллаш	113
Ҳабиев Ф.М., Нурманов С.Э., Қодиров О.Ш. Антрацен асосида сулфокислоталар синтези	120
Салимова З.С., Фозилов С.Ф., Мавланов Б.А., Эшонқулов Ж.Ғ. Тиоурил асосида ингибиторлар олиш ва уларни пўлат коррозиясини ингибирлашда қўллаш	125

Toshev Sh.O. Gazni qayta ishlash zavodlarida uglevodorod gazlarini fraksiyalarga ajratish tizimlari tahlili	131
Сапаев И.Б., Саъдуллаев С.О., Курбанова М.Р. Методы выращивания соединения Si-CdTe и его выращивания в вакууме с технологией термического испарения	140
МАШИНОСТРОЕНИЕ И ЭНЕРГЕТИКА	
Муратов Х.М., Каракулов Ш.Ю., Тураев А.И. Автомобилсозлик саноати корхоналарида электр энергияси истеъмолнинг тақсимланган генерация манбаларига бўлган талабини баҳолаш	146
Maxmudov M.I., Timirov X.N., Nurov S.S. Bino-inshootlarda energiya tejamkorligini oshirish tahlillari va istiqbollari	151
O'rinov N.F., Sohobov I.A., Sayliyev I.I. Sirpanib kesish jarayonining fizik modeli	157
Тоиров З., Муродов К.Ж. Йўлларда транспорт воситаси ҳаракати механик энергиясидан электр энергия олиш қурилмаларининг турлари, конструкциялари ва тизимлари . . .	162
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Сиддиков И.Х., Денмухаммадиев А.М., Азамов С.С. Исследование метода контроля и управления реактивной мощностью асинхронного двигателя с использованием гибридного источника электропитания	167
Нежметдинов Р.А., Йўлдошев М.Н. Анализ средств программирования систем логического управления и управление электроавтоматикой станков	172
Muhamedova D.T., Raximov R.T. Elektron hujjat almashuvini avtomatlashtirish modelini analitik tahlili	178
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Курбанов М.Т., Хаитов Р.А. Влияние ИК-обработки на фракционный состав белка зерна сорго и питательную ценность комбикормов для сельскохозяйственных птиц	186
Xolmurodov B., Ishimov U., Xolmuradov B., Choriyev A. Yantoq poyasi ekstrakti tarkibidagi aminokislotalarni xromatografiya usuli bilan o'rganish	194
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Менгнарлов Ш.С., Очиллов Т.А., Нурбоев Р. Турли таркибли ва қайта ишланган тоналар аралашмасининг газламаларнинг физик хоссаларига таъсири.	199
Амонов А.Р. Тикув машинасида ўрнатилган айланма столнинг таҳлили	203
Саидова Х.Х., Ниматова М.К. Трансформация услубидаги либосларни лойиҳалаш . . .	207
Tursunova Z.N., Rajabova G.J. O'Ichov belgilar taqsimlanish farqlarining ishonchliligi . . .	211
Салоҳиддинова М.Н., Мурадов Р.М., Аҳмедходжаев Х.Т., Искандарова М.А. Қўзғалувчан қурилмада эркин тоналар йўқолишини камайтириш йўллари	215
Джураев А., Тешабоев О.А., Юлдашев К.К. Винтли конвейерли тонали материалларни тозалашчи турли юзасининг тебранишлари таҳлили	219
Джураев А., Давидбоев Б.Н., Жумаев А.С., Абдурахманова М.М. Тасмали конвейер йўналтирувчи роликли механизмлари ташқи қобиғининг тебранишлари таҳлили	223
Мусаев С.С., Самиева Г.О. Термогравиметрический и дифференциально-термический анализ свойств обувных подошвенных термопластичных композиций	229
Салимов Ш.Х., Нурбоев Р.Х., Худайбердиев М.Р. Таъминловчи цилиндрнинг аралаш тонали пилтани нотекислигини бартараф қилишда инерция моментининг таъсири	238
Чориева М.М. Нефть-газ қазиб чиқариш соҳаси ишчилари учун махсус кийимлар ассортиментининг таҳлили	245

Mahmudova S.N., Pulatova S.U. Maktabgacha tarbiya yoshdagi bolalar o‘lchov tipologiyasining qiyosiy tahlili	250
Казакова Д.С., Хамраева С.А., Бекмуратова З.И. Турли аралаш таркибли янги ассортиментдаги костюмбоп матони ишлаб чиқишнинг назарий асоси.	259
Гуляева Г.Х., Шин И.Г., Мукимов М.М. Анализ деформируемости трикотажа.....	264
Менгнарлов Ш.С., Очиллов Т.А., Худайбердиев М., Турли таркибли ва қайта ишланган толалар аралашмасидан олинган газламаларнинг технологик кўрсаткичлари ва механик хоссаларининг ўзгариши	270
АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАҢЛАР	
Axatov A.R., Nazarov F.M., Yarmatov Sh.Sh. Mashinali o‘qitish asosida ko‘chmas mulkni baholash uchun dastlabki ma’lumotlarni tayyorlash usullari	275
Boeva O.N. Berk tizim qutblarni kompleks tekislikda joylashtirish usullari	281
Авлякулова Ш.Б. Геометрическое моделирование поверхностей на многоугольном плане	290
Ахмедов Ю.Х. Задание поверхности на контуре, описанном R -функцией	295
Sanaqulova M.O. Tilshunoslikda modallik kategoriyasi va modal fe’llarning qo‘llanilishi	302
Maxmudov M.Sh. Epyurni qayta tuzish usulidan foydalanib E^4 fazoda tekisliklarni quyidagi usullarda tasvirlash	306
Шарипов М.З., Ҳайитов Д.Э., Эргашова Н.М., Олимпур Ф.И, Файзиёва З.Х., Зокирова З.М. Магнитные домены и процесс технического намагничивания	313

- А.А. Мистонов, Д.В. Белов, Ю.Д.Треяков. Самосборка коллоидных частиц в присутствии электрического поля. Физика твердого тела, №53 (6), 2011, С. 1064-1068.
11. С.Х. Астанов, Г.К. Касимова, Э.Н.Курталиев, Н.Низомов, А.Жумабаев. Electronic nature and structure of aggregates of riboflavin molecules. Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc. 2021, 5 марта; 248: 119177
 12. Н.Низамов, С.Астанов, С.Комилов. Способ получения концентрата каротиноидов из моркови. Патент РУз №IAP 03461 от 15.03.2004.
 13. Астанов С.Х., Касимова Г.К., Шарипов Н. Спектроскопические исследования самосборки α - каротиноида в этаноле. Жур Развитие науки и технологий №2. 2023 .
 14. А.Гордон, Р.Форд. Спутник химика. Издательство. Мир.Москва 1976г. С.437-445.
 15. Н.Низомов. Э.Н.Курталиев, А.А.Джамалова. Спектроскопическое проявление агрегатов в растворах некоторых родаминовых красителей. СамДУ илмий тадқиқотлар ахборотномаси. 2014 г. №5, С.59-65.
 16. Фок М.В. Разделение сложных спектров на индивидуальные полосы при помощи обобщенного метода Аленцева// Тр. Физического института Академии наук СССР. – 1972. – Т. 59. – С. 3–24
 17. Astanov S.X., Kasimova G.K. The nature of electronic spectra os self-combined riboflavin molecules // Eurasian Physical Technical Journal. 2018. Volume 15. No.1 (29). P.66-72 (№2 IF=0.7, https://phtj.ksu.kz/files_phtj/2018.07/11.pdf).
 18. Н.Низамов. Люминесценция ассоциированных молекул органических красителей в растворах и пленках. Самарканд: Зарафшон, 1997. С.145.

Астанов Салих Хусенович – профессор кафедры “Физика” Бухарского инженерно-технологического института.

Шарипов Насрулло Асрор угли - магистрант кафедры “Физика” Бухарского университета.

СИНТЕЗ, ИК- И ЭПР-СПЕКТРОСКОПИЯ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ(II) НА ОСНОВЕ БЕНЗОИЛГИДРАЗОНОВ 2-ПЕРФТОРАЦИЛЦИКЛОАЛКАНОНОВ

Авезов К.Г., Умаров Б.Б.

Бухарский государственный университет.

Аннотация. Взаимодействием спиртовых растворов бензоилгидразонов 2-перфторацетилциклоалканон (H₂L) и водно-аммиачного раствора ацетата меди(II) в соотношении 1 : 1 получены комплексы CuL·NH₃ квадратного строения. Методами элементного анализа, ИК-, ЭПР-спектроскопии установлены состав и строение полученных комплексов.

Ключевые слова: бензоилгидразон, перфторацетилциклоалканон, спин-гамльтониан, сверхтонкая структура, дополнительная сверхтонкая структура, плоско-квадратная строения.

2-ПЕРФТОРАЦИЛЦИКЛОАЛКАНОНЛАР БЕНЗОИЛГИДРАЗОНЛАРИ АСОСИДА МИС(II) КОМПЛЕКСЛАРИ СИНТЕЗИ, ИҚ- ВА ЭПР-СПЕКТРОСКОПИЯСИ

Авезов Қ.Ғ., Умаров Б.Б.

Бухоро давлат университети.

Аннотация. 2-перфторацетилциклоалканонларнинг (H₂L) спиртдаги эритмалари ва сув-аммиак ацетат эритмаси мис(II) ацетатининг сув-аммиакли эритмалари 1 : 1 нисбатда таъсир эттирилганда CuL·NH₃ таркибли текис-квадрат тузилишли комплекс бирикмалар олинди. Олинган комплекс бирикмаларнинг таркиби ва тузилиши элемент анализи, ИК-, ЭПР-спектроскопия усулларида аниқланди.

Калит сўзлар: бензоилгидразон, перфторацетилциклоалканон, спин-гамльтониан, ўта нозик структура, қўшимча ўта нозик структура, текис-квадрат тузилиши.

**SYNTHESIS, IR- AND ESR SPECTROSCOPY OF COPPER(II) COMPLEXES
BASED ON BENZOYLHYDRAZONES 2-PERFLUOROACYLCYCLOALKANONES**

Avezov K.G., Umarov B.B.

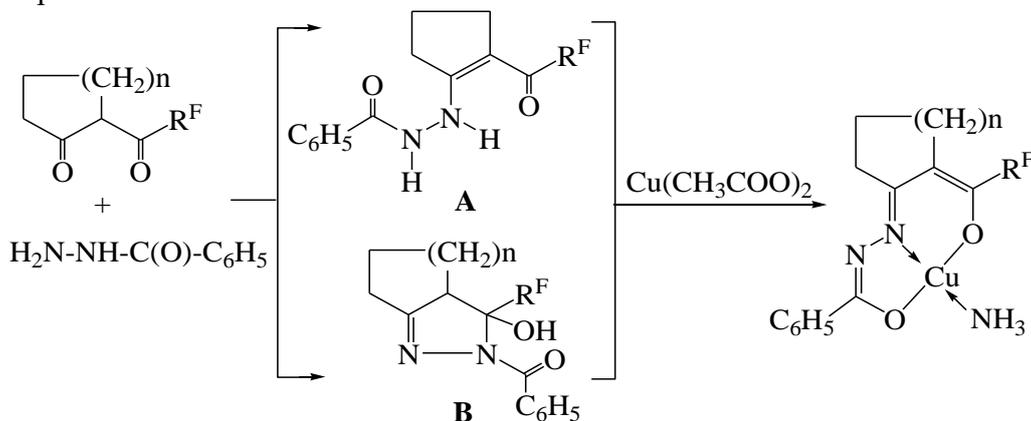
Bukhara state university.

Annotation. The reaction of ethanol solutions of benzoylhydrazones of 2-perfluoroacylcycloalkanones (H_2L) with a solution of copper (II) acetate in aqueous ammonia in 1 : 1 ratio has given complexes $CuL \cdot NH_3$ with square structure. The composition and structure of the complexes have been determined by elemental analysis, IR and ESR spectroscopy.

Keywords: benzoylhydrazone, perfluoroacylcycloalkane, spin-hamiltonian, hyperfine structure, additional hyperfine structure, square-planar structure.

Работы по изучению геометрического и электронного строения комплексов меди(II) с производными 1,3-кетоальдегидов и 1,3-дикетонных, ароматических орто-оксикарбонильных соединений были весьма тщательно исследованы различными современными физико-химическими методами [1-3]. Однако комплексам меди(II) с лигандами типа ацилгидразонов фторированных β-дикетонных до настоящего времени уделялись мало внимания. Между тем, изучение геометрической особенности и магнитных свойств медьсодержащих комплексов позволяет сделать обоснованные выводы и предсказать наилучшие оптимальные варианты синтеза соединений с заданными свойствами [4].

Комплексные соединения меди(II) с бензоилгидразонами 2-перфторацилциклоалканонов были синтезированы смешиванием этанольных растворов лигандов и водно-аммиачных растворов ацетатов меди(II) в эквимольных соотношениях. Результаты элементного анализа и спектральных исследований позволило написать этим соединениям $CuL \cdot NH_3$ строение.



$R^F = CF_3$: $n=1$ ($CuL^1 \cdot NH_3$), 2 ($CuL^2 \cdot NH_3$), 3 ($CuL^3 \cdot NH_3$), 4 ($CuL^4 \cdot NH_3$); $R^F = C_2F_5$: $n=1$ ($CuL^5 \cdot NH_3$), 2 ($CuL^6 \cdot NH_3$), 3 ($CuL^7 \cdot NH_3$); $R^F = C_3F_7$: $n=1$ ($CuL^8 \cdot NH_3$), 2 ($CuL^9 \cdot NH_3$).

В ИК спектрах комплексов, в отличие от спектров свободных лигандов (H_2L^n), отсутствуют характерные полосы поглощения валентных колебаний в областях 1660-1680 и 3500 cm^{-1} отнесенные нами соответственно, $\nu_{(C=O)}$ карбонилу амидного фрагмента гидразидной части молекулы и $\nu_{(O-H)}$ OH-группы, связанной с пятым атомом углерода гетероциклического пиразолинового кольца (табл. 1.). Это свидетельствует о депротонизации и кольчато-цепной перегруппировке лигандов $H_2L^1-H_2L^{10}$ при комплексообразовании.

В ИК спектре комплексного соединения $CuL^5 \cdot NH_3$ (рис. 1.) валентное колебание $\nu_{(C=N)}$ зафиксировано в области 1605 cm^{-1} , по сравнению с ИК спектром свободного лиганда полоса поглощения азометиновой связи $\nu_{(C=N)} = 1630 cm^{-1}$, смещена в область низких частот на 25 cm^{-1} , что утверждает о координации лиганда к иону металла двух атомов кислорода амидной и β-дикетонной части молекулы, а также азометинового атома азота [3, 4].

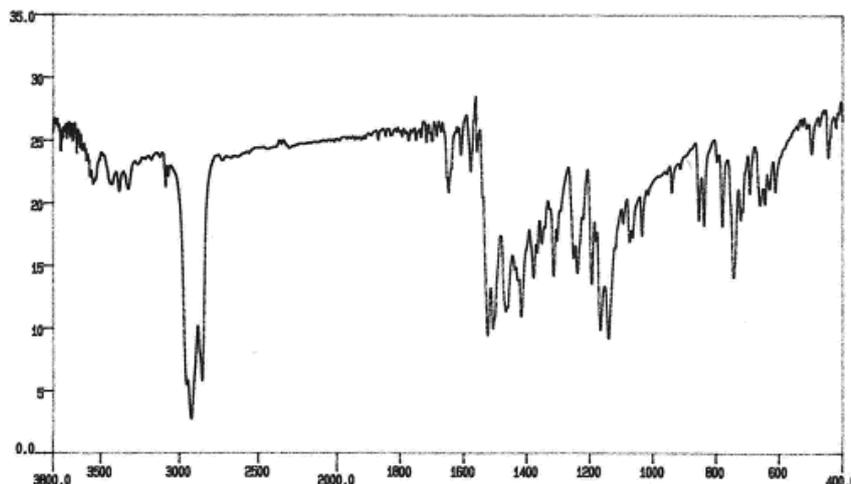


Рис. 1. ИК спектр комплексного соединения меди(II) $\text{CuL}^5 \cdot \text{NH}_3$.

Таблица 1.

**Параметры ИК спектров комплексных соединений меди(II)
на основе бензоилгидразонов 2-перфторциклоалканонов**

Соединение	NH_3	C–H	C=N	N=C–C=N	N=C–O ⁻	N–N	Cu–O
$\text{CuL}^1 \cdot \text{NH}_3$	3354	2975	1600	1525	1494	1068	483
$\text{CuL}^2 \cdot \text{NH}_3$	3360	2972	1608	1532	1507	1071	490
$\text{CuL}^3 \cdot \text{NH}_3$	3345	2973	1595	1523	1464	1075	475
$\text{CuL}^4 \cdot \text{NH}_3$	3355	2984	1600	1527	1488	1073	490
$\text{CuL}^5 \cdot \text{NH}_3$	3358	2976	1605	1531	1489	1075	487
$\text{CuL}^6 \cdot \text{NH}_3$	3357	2977	1599	1528	1484	1070	488
$\text{CuL}^7 \cdot \text{NH}_3$	3359	2976	1595	1530	1486	1070	485
$\text{CuL}^8 \cdot \text{NH}_3$	3350	2975	1597	1526	1485	1073	483
$\text{CuL}^9 \cdot \text{NH}_3$	3350	2986	1596	1528	1488	1072	483

Комплексные соединения меди(II) были изучены также методом ЭПР спектроскопии в твердом состоянии и растворе толуола и хлороформа при комнатной температуре. По параметрам ЭПР комплексных соединений в твердом состоянии, что-либо сказать трудно об их строении.

Установлено, что полученные комплексы имеют эффективный магнитный момент равный 1,73-1,74 М.Б., рассчитанный по формуле $\mu_{\text{эфф}} = \sqrt{8\chi^1 \cdot m^T}$ который практически не зависит от температуры. В твердых поликристаллических образцах этих комплексов отсутствуют линии “запрещенных” переходов в низких полях при $H \cong 1700$ э. Эти показатели магнитных моментов свидетельствуют о том, что все молекулы комплексов являются мономерными и нет антиферромагнитного обменного взаимодействия между ними [5-7].

Исследованные нами комплексы в растворах имеют изотропные спектры ЭПР, аналогичные ранее изученным соединениям [6, 7] и характерны для моноядерных комплексов меди(II). Эти спектры имеют четыре линии СТС (сверхтонкой структуры) с различной шириной и интенсивностью (рис. 2.), представляют собой суперпозицию спектров от ядер ^{63}Cu и ^{65}Cu ($I_{\text{Cu}}=3/2$). Все это однозначно свидетельствует о плоско-квадратном строении координационного узла меди(II) с *транс*-расположенными атомами $[\text{N}_2\text{O}_2]$. Различная ширина линий СТС для проекций ядерного спина объясняется механизмом релаксации Мак-Коннелля, параметры которых приведены в табл. 2. Спектры всех

комплексных соединений меди(II) описываются изотропным спин-гамильтонианом (СГ) вида (1):

$$H = g \cdot \beta \cdot H_0 \cdot S + \langle a_{Cu} \rangle I_{Cu} \cdot S + a_{Nj} \cdot I_{Nj} \cdot S \quad (1)$$

здесь g – мера эффективного магнитного момента электрона, безразмерный g -фактор, то есть отношение магнитного момента электрона к его полному угловому моменту иначе называют его фактором Ланде (для свободного электрона $g=2,002322$), β – магнетон Бора, $S = 1/2$, $I = 3/2$ – спин ядра атома меди, I_N – спин ядра атома азота.

Ширина линий спектров ЭПР для комплексных соединений меди(II) описывается следующим уравнением (2) [3, 5-7]:

$$H = \alpha + \beta \cdot m_i + \gamma \cdot m_i^2 \quad (2)$$

где m_i – проекция ядерного спина атома меди по направлению внешнего магнитного поля, α , β , γ – коэффициенты, обусловленные различными вкладами в релаксационные механизмы.

В изученных соединениях меди(II) неспаренный электрон находится на молекулярной орбитали типа B_{1g} .

$$\varphi_{B_{1g}} = \alpha \cdot d_{x^2-y^2} - \frac{\alpha' \cdot (\delta_1 - \delta_2 + \delta_3 - \delta_4)}{2} \quad (3)$$

где α^2 и $(\alpha')^2$ – коэффициенты при атомных орбиталях меди ($d_{x^2-y^2}$) и атомов лигандов (σ_i), соответственно. Семантическое значение коэффициента α в уравнении (3) можно выразить через его квадрат как плотность вероятности нахождения неспаренного электрона на орбитали $|d_{x^2-y^2}\rangle$. Тогда величина $(\alpha')^2$, естественно, определяет степень делокализации неспаренного электрона на орбитали атомов лигандов. Если α^2 и $(\alpha')^2$ равны 0,5, то связь металл-лиганд в комплексах является ковалентной. В случае же, если $\alpha^2=1$ и $(\alpha')^2=0$, характер связи будет чисто ионной. Эти коэффициенты α и α' связаны друг с другом уравнением нормировки (4):

$$\alpha^2 + (\alpha')^2 - 2 \alpha \cdot \alpha' \cdot S = 1 \quad (4)$$

где S – интеграл перекрывания. Энергия изотропного сверхтонкого взаимодействия неспаренного электрона с ядрами лиганда выражена уравнением (5) [7]:

$$\langle a_N \rangle = \frac{4}{9} \pi \cdot \gamma_N \cdot \beta_0 \cdot \beta_N (\alpha')^2 |\rho_N(0)|^2 S_Z \cdot I_Z \quad (5)$$

здесь γ_N – гиромагнитное отношение атома азота, β_0 – магнетон Бора, β_N – ядерный магнетон, $\rho_N(0)$ – плотность $2S$ -орбитали на ядре атома азота. Необходимо отметить, что при $(\alpha')^2=0$ неспаренный электрон не находится хотя бы частично на атомах лигандов и ДСТС (дополнительная сверхтонкая структура) исчезает.

Если для комплексного соединения $CuL^1 \cdot NH_3$, имеющего в качестве заместителя β -дикетонного фрагмента циклопентановое кольцо, величина параметров ЭПР имеет величину: $g=2,099$, $a_{Cu}=89,53$ э, $a_N=12,81$ э, $\alpha^2=0,82$; то для $CuL^2 \cdot NH_3$ с заместителем циклогексановое кольцо эти значения находятся в пределах: $g=2,101$, $a_{Cu}=87,48$ э, $a_N=13,02$ э, $\alpha^2=0,82$ (рис. 2., табл. 2.). Такое незначительное изменение в параметрах спектров ЭПР свидетельствует о том, что увеличение количества атомов углерода в циклоалканах не имеет существенного влияния на параметры ЭПР спектров по сравнению с перфторалкильным заместителем β -дикетонном фрагменте молекулы лигандов. Подтверждением выводов о плоско-квадратном строении комплексов меди(II) в растворах хлороформа и толуола при комнатной температуре величина значений степени ковалентности связи медь-лиганд, рассчитанная из изотропных параметров ЭПР по формуле (6):

$$\alpha^2 = \frac{1}{0,43} \left(\frac{a_{Cu}}{0,036} + g - 2 \right) + 0,02 \quad (6)$$

В наиболее интенсивной четвертой компоненте СТС спектра ЭПР комплексов должна разрешаться ДСТС из девяти линий от ядер двух неэквивалентных атомов азота хелатирующего лиганда и молекулы аммиака. Согласно теории, константа расщепления от атома азота хелатирующего лиганда должна быть в два раза больше константы расщепления от атома азота аммиака. Плохое разрешение ДСТС от двух неэквивалентных атомов азота (рис. 2., табл. 2.), по-видимому, объясняется сильным уширением линий ДСТС под влиянием электроотрицательных атомов фтора радикала R^F , соседствующего с металлоциклом иона меди(II) [3, 5-7].

При переходе от неполярных растворителей к сильнополярным, такие как пиридин, ДМСО, ДМФА приводит к изменениям в спектре ЭПР растворов при комнатной температуре. Наблюдается увеличение g-фактора и уменьшение константы СТС от атомов меди, со смещением спектра в области слабых полей разрешение ДСТС от двух атомов азота на высокополевой компоненте сначала ухудшается, а затем исчезает. Такие изменения вида и параметров спектра ЭПР ($g = 2,115$, $a_{Cu} = 69,78$, $a_N = 9,8$), вызвано, на наш взгляд, изменением координационной сферы за счет дополнительной координации молекулы растворителя (рис. 3.). Сначала происходит присоединение молекулы растворителя в пятое положение иона меди(II), а затем в шестое аксиальное положение, и координационная сфера центрального иона меняется из плоско-квадратной в тетрагонально-пирамидальную, а затем в октаэдрическую, что выражается в увеличении g-фактора и уменьшении константы СТС [3, 6, 7].



Рис. 2. Спектр ЭПР комплексного соединения $CuL^1 \cdot NH_3$ в растворе хлороформа при комнатной температуре.

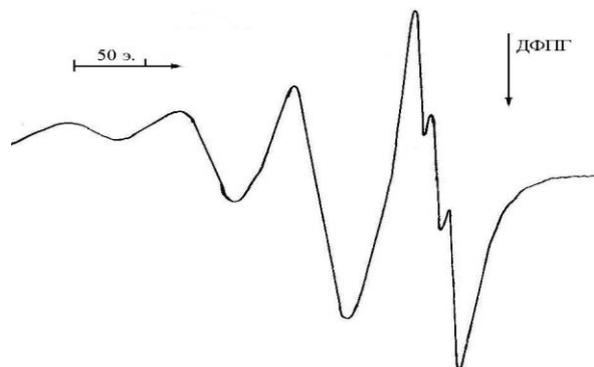


Рис. 3. Спектр ЭПР комплексного соединения $CuL^4 \cdot NH_3$ в растворе пиридина при комнатной температуре.

Таблица 2.
Параметры спектров ЭПР комплексов меди (II) в растворе толуола при комнатной температуре

Соединение	$g, \pm 0,001$	$a_{Cu}, \pm 0,01 \text{ э}$	$a_N^1, \pm 0,01 \text{ э}$	α^2
$CuL^1 \cdot NH_3$	2,100	89,53	12,81	0,82
$CuL^2 \cdot NH_3$	2,101	87,48	13,17	0,82
$CuL^3 \cdot NH_3$	2,104	86,84	13,75	0,82
$CuL^4 \cdot NH_3$	2,104	87,82	13,86	0,82
$CuL^5 \cdot NH_3$	2,105	89,90	12,65	0,83
$CuL^6 \cdot NH_3$	2,105	89,68	12,42	0,83
$CuL^7 \cdot NH_3$	2,106	88,86	12,78	0,83
$CuL^8 \cdot NH_3$	2,106	89,94	12,33	0,84
$CuL^9 \cdot NH_3$	2,106	89,82	12,42	0,84

При переходе от неполярных растворителей к сильнополярным, такие как пиридин, ДМСО, ДМФА приводит к изменениям в спектре ЭПР растворов при комнатной температуре. Наблюдается увеличение g -фактора и уменьшение константы СТС от атомов меди, со смещением спектра в области слабых полей разрешение ДСТС от двух атомов азота на высокополевой компоненте сначала ухудшается, а затем исчезает. Такие изменения вида и параметров спектра ЭПР ($g = 2,115$, $a_{Cu} = 69,78$, $a_N = 9,8$), вызвано, на наш взгляд, изменением координационной сферы за счет дополнительной координации молекулы растворителя (рис. 3.). Сначала происходит присоединение молекулы растворителя в пятое положение иона меди(II), а затем в шестое аксиальное положение, и координационная сфера центрального иона меняется из плоско-квадратной в тетрагонально-пирамидальную, а затем в октаэдрическую, что выражается в увеличении g -фактора и уменьшении константы СТС [3, 8, 9].

Таким образом, методами ИК- и ЭПР спектроскопии, изучением магнетохимических свойств комплексов меди(II) установлено, что эти соединения в твердом состоянии и в растворе неполярных растворителей имеют плоско-квадратное строение с *транс*- N_2O_2 координационной сферой, которая переходит до октаэдрического через квадратно-пирамидальное при выборе сильно полярных растворителей.

Список литературы

1. Парпиев Н.А., Юсупов В.Г., Якимович С.И., Шарипов Х.Т. Ацилгидразоны и их комплексы с переходными металлами.- Ташкент, Фан.- 1988.- 161 с.
2. Тошев М.Т., Юсупов В.Г., Дустов Х.Б., Парпиев Н.А. Кристаллохимия комплексов металлов с гидразидами и гидразонами.- Ташкент, Фан.- 1994.- 266 с.
3. Умаров Б.Б. Комплексные соединения некоторых переходных металлов с бис-5-оксипиразолинами: Дис. ... докт. хим. наук.- Ташкент: ИУ АН РУз.- 1996.- 350 с.
4. Парпиев Н.А., Умаров Б.Б., Авезов К.Г. Перфторалкильных β -дикетонов и их комплексов.- Т.: Dizayn-Press.- 2013.- 332 с.
5. Ларин Г.М. Изучение методом ЭПР строения комплексных соединений переходных металлов. Дис. ... докт. хим. наук.- М.: ИОНХ. РАН.- 1974.- 376 с.
6. Ракитин Ю.В., Ларин Г.М., Минин В.В. Интерпретация спектров ЭПР координационных соединений.- Москва.- Наука.- 1993.- 400 с.
7. Юсупов В.Г. Комплексные соединения переходных металлов на основе ацил-, тиоацилгидразонов и их циклических таутомеров: Дис... докт.хим.наук.- Т.: ИХ АН РУз.- 1991.- 407 с.
8. Avezov K.G., Umarov B.B., Tursunov M.A., Minin V.V. Copper (II) Complexes Based on 2-Thenoyltrifluoroacetone Aroyl Hydrazones: Synthesis, Spectroscopy, and X-ray Diffraction Analysis // Russian J. of Coord. Chem.- 2016.- Vol. 42.- No 7.- P. 470-475.
9. Авезов К.Г. Синтез, строение и свойства комплексных соединений Ni(II) и Cu(II) на основе производных фторированных β -дикетонов. Дисс. PhD.-Т.:НУУз.-2018.-144 с.

Авезов Кувондик Гиясович – докторант (DSc) кафедры «Органическая и физколлоидная химия», Бухарского государственного университета. Тел: (+99890) 512-54-90. E-mail: avezovkg@mail.ru

Умаров Бако Бафоевич – доктор химических наук, профессор кафедры «Органическая и физколлоидная химия», Бухарского государственного университета.