

DOI:10.26104/NNTIK.2022.86.83.007

Омурзак уулу Э., Жолдошбекова Ч.Ж.

НАНОБӨЛҮКЧӨЛӨРДҮ СУУНУ ТАЗАЛООДО КОЛДОНУУ

Омурзак уулу Э., Жолдошбекова Ч.Ж.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ В ОЧИЩЕНИИ ВОДЫ

Omurzak uulu E., Ch. Zholdosbekova

APPLICATION OF NANOPARTICULES IN WATER PURIFICATION

УДК: 811.111:378.147

Бул иште импульстук плазма методунун жардамы менен нанокаптоо алынып, анын негизинде техникалык булганган суунун тазалоосу жүргүзүлдү. Каптоодо 3 түрлүү нанобөлүкчө, тагыраак айтканда титан оксиди, жез оксиди жана цинк оксиддери колдонулду. Баардык каптоолор тазалыгы 95 % болгон титан металлнын үстүнө жасалды. Каптоонун ишке жарамдуулугун, атайын даярдалган роданид (KCNS) жана нефти продуктусу болгон бензин эритмелерин тазалоо аркылуу текшерилди. Алынган нанокаптоолор жана тазаланган суу ИК спектрометринин жардамы менен текшерилип, нанокаптоодо оксиддердин алынгандыгы аныкталды. Нанокаптоодо, жез оксиди спектрограммадан 83% интенсивдүүлүктү, титан диоксиди 87% интенсивдүүлүктү, цинк оксиди 95,77% интенсивдүүлүктү көрсөттү. Суудагы бензиндин концентрациясы баштапкы 42% интенсивдүүлүктөн жез оксидинде 32%га, титан оксидинде 27%га, цинк оксидинде 16%га чейин төмөндөгөн. Ал эми суудагы калий роданидинин абсорбция интенсивдүүлүгү баштапкы 0,28 абсорбциядан, жез оксидинде 0,22, титан оксидинде 0,18, цинк оксидинде 0,18 абсорбция бирдигин көрсөттү.

Негизги сөздөр: нано каптоо, импульстук плазма методу, роданид, бензин эритмеси, титан оксиди, жез оксиди, цинк оксиди.

В данной работе импульсно-плазменным методом было получено нанопокрывание, на основе которого осуществлялась обработка технически загрязненной воды. В покрытии использовались три типа наночастиц, а именно оксид титана, оксид меди и оксид цинка. Все покрытия изготовлены из металлического титана чистотой 95%. Пригодность покрытия проверяли очисткой специально приготовленными растворами роданида (KCNS) и нефтесодержащих бензинов. Полученные наночастицы и очищенную воду проверяли с помощью ИК-спектрометра на наличие оксидов в нанопакках. В нанопокрывании оксид меди показал интенсивность 83% от спектрограммы, диоксид титана показал интенсивность 87%, а оксид цинка показал интенсивность 95,77%. Концентрация бензина в воде уменьшилась с начальной интенсивности 42% до 32% в оксиде меди, 27% в оксиде титана и 16% в оксиде цинка. Интенсивность поглощения роданида калия в воде превышала исходную единицу поглощения на 0,28 ед., в оксиде меди - на 0,22 ед., в оксиде титана - на 0,18 ед., в оксиде цинка - на 0,18 ед. и бензина.

Ключевые слова: нанопокрывание, импульсно-плазменный метод, роданид, бензиновый раствор, оксид титана, оксид меди, оксид цинка.

In this work, a nano coating was obtained using the pulse plasma method, on the basis of which the technically contaminated water was treated. Three types of nanoparticles were used in the coating, namely titanium oxide, copper oxide and zinc oxide. All coatings are made of titanium metal with a purity of 95%. The suitability of the coating was checked by cleaning the specially prepared rhodanide (KCNS) and petroleum-containing gasoline solu-

tions. The obtained nanoparticles and purified water were checked with an IR spectrometer to determine the presence of oxides in the nanocaps. In nanocoating, copper oxide showed 83% intensity from the spectrogram, titanium dioxide showed 87% intensity, and zinc oxide showed 95.77% intensity. The concentration of gasoline in the water decreased from the initial intensity of 42% to 32% in copper oxide, 27% in titanium oxide and 16% in zinc oxide. The absorption intensity of potassium rhodanide in water was 0.28 units above the initial absorption unit, 0.22 units in copper oxide, 0.18 units in titanium oxide, and 0.18 units in zinc oxide.

Key words; nano coating, pulsed plasma method, rhodanite, gasoline solution, titanium oxide, copper oxide, zinc oxide.

Киришүү. Азыркы учурда суунун кирленүүсү глобалдык көйгөйлөрдүн бири болуп эсептелинет [1]. Ошондуктан көптөгөн илим изилдөөлөр ушул тармакта жүргүзүлүүдө. Мисалга, ичүүчү сууну жана абаны тазалоочу нанобөлүкчөлөрдүн негизиндеги, тагыраак айтканда, титан диоксидинин фотокаталитикалык касиетин колдонуу менен чыпкалар ойлонуп табылып, колдонууга берилген [2]. Ал эми бул каптоолор көбүнчө химиялык жана физикалык чөктүрүү жолдору менен алынгандыктан, кымбат баалуу техниканы талап кылат. Ошондой эле каптоо алына турчу пленканы тандоодо, «симбиоттук» көйгөйү, анын оптималдуу морфологиясы жана жогорку учуучу касиетке ээ материалды издөө көйгөйлөрү алдыга чыгат [3,4]. Андыктан мындай тоскоолдуктар ишке терс таасирин тийгизиши мүмкүн. Ал эми бул иште эң жөнөкөй ыкма – импульстук плазма ыкмасы колдонулду. Бул плазмохимиялык ыкмалардын бири болуп эсептелинет. Плазмохимиялык ыкмаларда нанобөлүкчөлөр 10нм ден 100-200нм ге чейинки өлчөмдө алынат. Ыкманын артыкчылыгы анын жогорку өндүрүмдүүлүгүндө жана төмөнкү температураларда иштетилишинде [5]. Ал эми биз колдонуучу импульстук плазма ыкмасы да жогоруда айтылган ыкмалардын бири болуп эсептелинет жана экономикалык жактан да ыңгайлуу. Ошондой эле плазма ыкмаларынын арасынан эң коопсузу болуп эсептелинет[6]. Бул ыкма менен биринчи жолу нанокаптоо алуу тажрыйбасы жасалууда жана алдыда жакшы жыйынтыктарга келебиз деген үмүттөнөбүз. Мындан тышкары бул ыкманы мындан да кеңири изилдөө жолдорун ачуудабыз. Бул да болсо нанокаптоолорго жаңыча көз каршты ачмакчы жана келечекте көптөгөн ачылыштарга алып келишине ишенебиз.

Материалдар жана изилдөө ыкмалары.



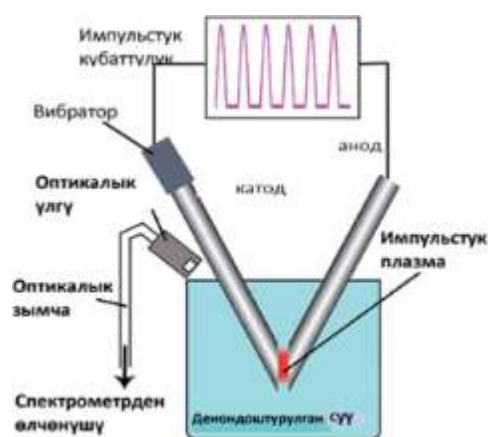
1-сүрөт. Импульстук плазма аппараты.

Бул методдо металлдын эки кесиндиси алып, анодго жана катодго орнотуп эки тарабынан импульстук ток генератору менен туташтырат. Импульстук генератор бизге 50 герц-ти 10 мс ка кичирейтип берет. Конденсатордун сыйымдуулугу 2 мкФ конденсатор колдонулат. Ток күчү 100 ампер-ге чейин жогорулайт. Бирок, чөйрөгө дээрлик таасирин тийгизбейт. Нано-

бөлүкчөлөрдү суюк же вакуумдук чөйрөдө болот. Синтез төмөнкүчө башталат.

1. Иондошуу
2. Учкундоо (break down)
3. Нанобөлүкчө алынышы

Стакандагы суюктук түсүн өзгөртүшүнүн себеби – металл бирикменин нанобөлүкчөлөрү жана порошогунун чөкмөсү пайда болгондугунда [7].



2-сүрөт. Импульстук плазма методунун иштөө процесси.

Титан пластинасы (тазалыгы 95%), титан кесиндиси, цинк кесиндиси, жез зымы кесиндиси, импульстук плазма аппараты, этанол (тазалыгы 95%), дистирленген сууларды колдонуу менен тажрыйба жүргүзүлөт.

Алгач титан электроддорду ирээти менен ток өткүдөй кылып, кармагычтарга туташтырылат. Диэлектрик чөйрө катары этанолду стаканга даярдайбыз. 80% этанол жана 20% суу. Дардалган эритмеге титан пластинасын салабыз. Электроддун бирөөсү вибратор аркылуу (амплитудасы 1мм) титиреп, экинчи элек-

тродго тийгенде ал токту өткөрөт. Бул процесстин натыйжасында нанобөлүкчөлөр бөлүнүп чыгат жана пластинага жабышат. Тынымсыз титирөө нанобөлүкчөлөрдү синтездөө процессин туруктуу абалда сактап турат. Кийинки үлгүлөргө (жез, цинк) тажрыйба жүргүзүү үчүн электроддор, этанол жаныртылып, тажрыйба башынан кайталанылат.

Тажрыйбадан алынган пластиналарды кургатып, Атайын даярдалган эритмелерге (Калий роданиди, бензин эритмеси) салабыз. Эритмеде 1 сутка калты-

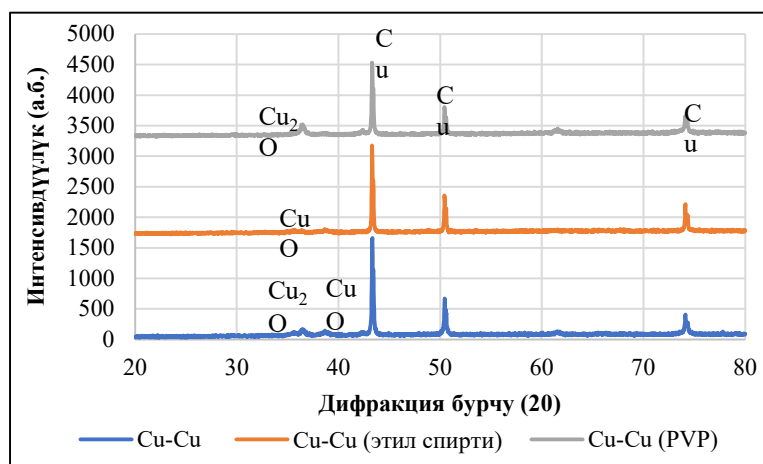
рып, анализатор менен концентрациянын өзгөрүшүн текшеребиз.

Нанобөлүкчөлөрдү импульстук плазма методу менен алууда, ар кандай стабилизаторлор колдонулуп, жана ар кандай чөйрөнү эске алуу менен синтезделет. Алардын ичинен бул иште спирттик чөйрө тандалып алынган. Себеби, бул чөйрөдө нанooksид алуу ыктымалдуулугу жогору. Ал эми нанooksид суу тазалоодо жогорку көрсөткүчтөрдү көрсөтө алат. Бул титандын нанooksиди баардык суу жана аба чыпкаларында колдонулгандыгы менен тастыкталат. Ал гана эмес жез нанooksидинин да антибактериалдык ка-

сиетке жана фотокаталититкалык касиетке ээ экендиги аныкталган [7].

Жыйынтыктар жана аларды талкуулоо. Жез оксиди. Жыйынтыктар боюнча Cu-Cu (этил спирт) үлгүдө Cu O чыгып, 25,2% түздү. Cu₂O фазанынын кармалышы Cu-Cu (сууда) 13,5% жана Cu-Cu (PVP) үлгүдө 32,26% болуп аныкталган. [4]

Жез нанooksиди спирт чөйрөсүндө импульстук плазма методу менен эн жакшы синтезделгендиктен, тагыраак айтканда 25,2%ын түзгөндүктөн, ушул чөйрө бул жумушта колдонулган.



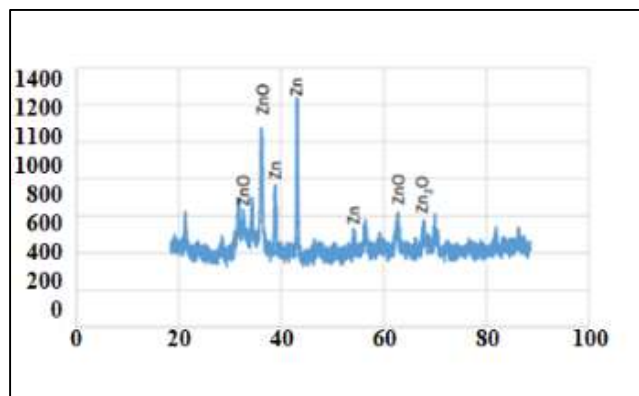
4-сүрөт. Импульстук плазма ыкмасында синтезделген Cu нанобөлүкчөлөрдүк рентгенограммасы [7].

1-таблица

XRD анализинин негизинде алынган Cu НБ кристаллдык торчосунун параметрлердин маанилери [7].

	Cu көрсөткүчтөрү			CuO көрсөткүчтөрү			Cu ₂ O көрсөткүчтөрү		
	Cu-Cu	Cu-Cu (э.с.)	Cu-Cu (PVP)	Cu-Cu	Cu-Cu (э.с.)	Cu-Cu (PVP)	Cu-Cu	Cu-Cu (э.с.)	Cu-Cu (PVP)
a(A°)	3,614	3,615	3,615	-	4,665	-	4,27	-	4,265
b(A°)	3,614	3,615	3,615	-	3,478	-	4,27	-	4,265
c(A°)	3,614	3,615	3,615	-	5,114	-	4,27	-	4,265
V(A° ³)	47,2	47,24	47,23	-	82,05	-	77,78	-	77,59
%	86,5	74,8	67,74	-	25,2	-	13,5	-	32,26

Цинк оксиди.



5-сүрөт. Импульстук-плазма методу менен 80 мл этанол 20 мл сууда синтезделген цинк нанooksидинин рентгенограммасы[8].

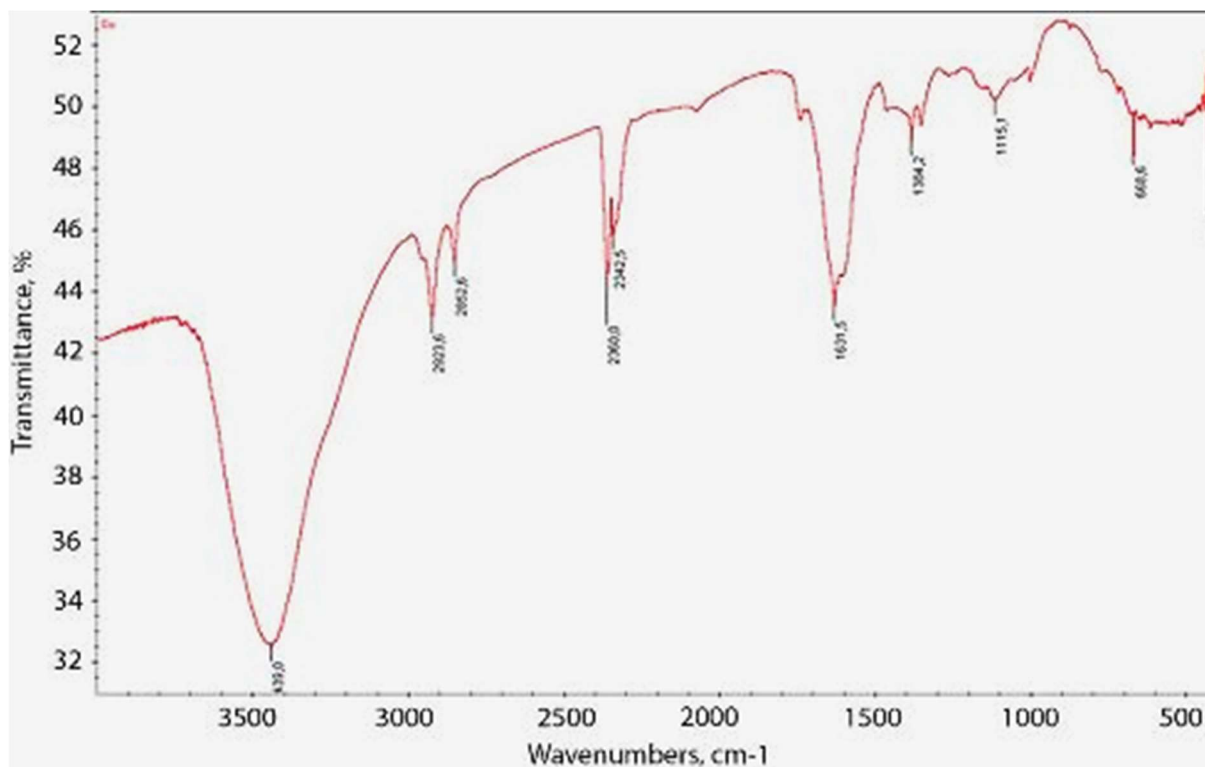
Таблица 2

80 мл этанол 20 мл сууда синтезделген цинк порошогунун рентгенограммасынын негизинде эсептелген цинк жана цинк оксиддеринин кармалышы[8].

Цинктин кармалышы	Цинктин кычкылынын (ZnO ₂) кармалышы	Цинктин кычкылынын (ZnO) кармалышы
14,8 %	16%	68,2%

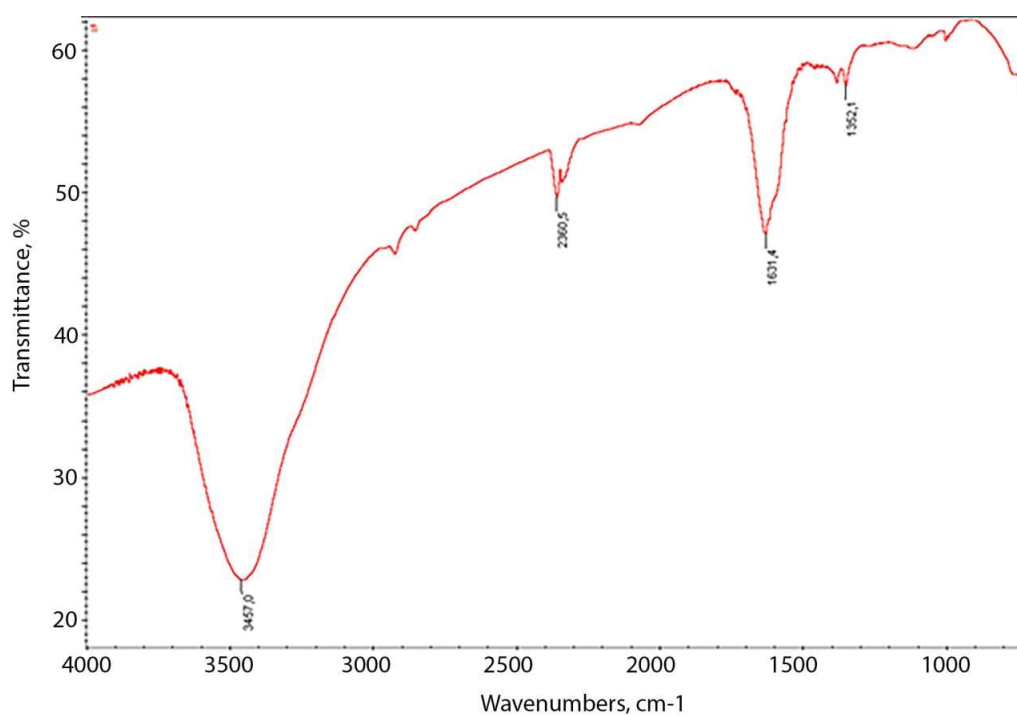
Титан оксиди. Нанокристалдуу титандын диоксиди (TiO₂) учурда жарым өткөргүч материал катары илимде, өнөр жайда жан күнүмдүк турмушта кеңири колдонулган эң популярдуу материалдардын бири болуп саналат (мисалы, [9-11] караңыз). Бул кошулмага мындай чоң кызыгуу биринчи кезекте анын физикалык-химиялык касиеттерине байланыштуу. Ошентип, нанокристаллдык TiO₂ бетинин аянты бир грамм зат үчүн жүздөгөн чарчы метрге жетиши мүмкүн. 3,2-3,6 эВ чегинде диапазондун кеңдиги синтездин ыкмаларына жараша өзгөрөт. TiO₂ өткөргүч тилкесинин энергетикалык абалы бир катар боектордун дүүлүккөн абалынын энергиясы менен дал келет. Бул нано-

кристаллдык TiO₂ [12, 13] негизинде жаңы инъекциялык типтеги күн батереяларын иштеп чыгууга мүмкүндүк берди, Алардын эффективдүүлүгү колдонулган TiO₂ нанобөлүкчөлөрүнүн спецификалык аянтынын өсүшү менен жогорулайт. Мындан тышкары, бул зат бир катар химиялык реакциялар үчүн эффективдүү фотокатализатор болуп саналат [14, 15] жана суу менен абанын уулуу органикалык аралашмалардан тазалоо үчүн фильтрлер катары кеңири колдонулат. Мында наноструктуранын эсебинен спецификалык беттин көбөйүшү заттын көлөмдүү фазасын салыштырмалуу фотооксиданттык реакциянын тушүмдүүлүгүн бир нече даражага жогорулатууга мүмкүндүк берет.



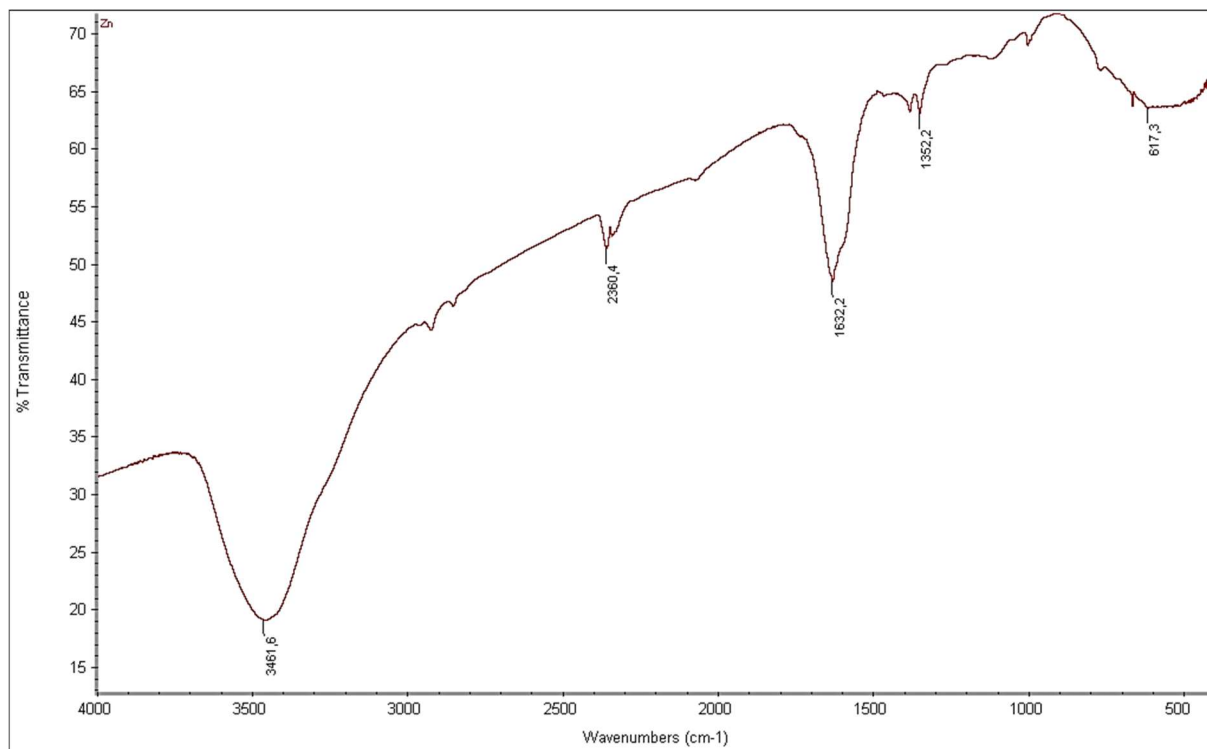
6-сүрөт. Жез оксидинин нанобөлүкчөсүнүн ИК спектрограммасы.

Жогорудагы ИК спектрограммадан 617 см⁻¹ (49%) жыштыгындагы жутулуу жез оксидинин торчосундагы валенттик термелүүлөрүнө ν_{Cu-O} туура келет [13]. Ал эми 668 см⁻¹ (48 %) ден 1352 см⁻¹ (50 %) жогорку интенсивдүүлүктөгү жыштыктар болсо, кычкылтек атомунун жез катиондорунун бетинин аракетинен пайда болгон тилкелер [17]. Ошондой эле 418 см⁻¹ ден 438 см⁻¹ ге чейинки аралыктагы интенсивдүү жыштыктар Cu⁺¹ – O тилкесинин жыштыгы [16]. Бул жез нанооксидинин бул нанокаптоодо алынгандыгын далилдейт.



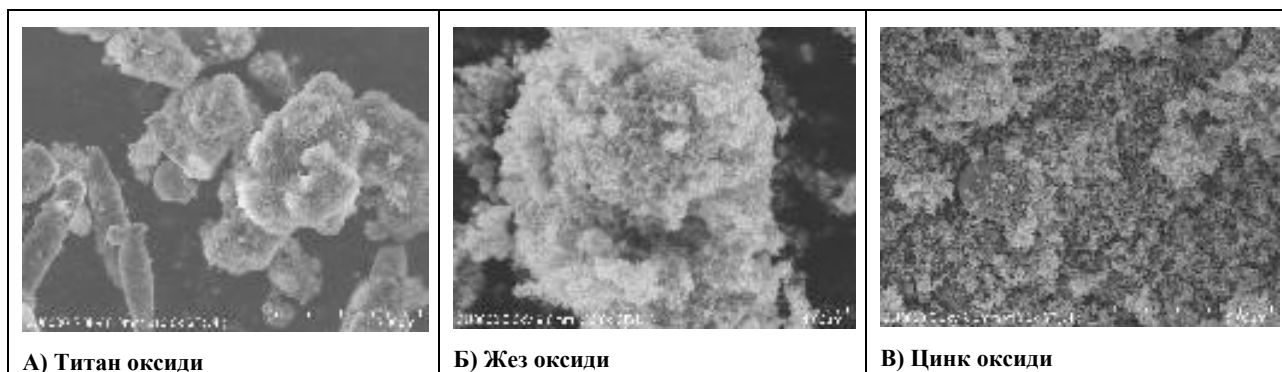
7-сүрөт. Титан диоксидинин нанобөлүкчөсүнүн ИК спектрограммасы.

Ик спектрограммадан 668 см^{-1} ден 850 см^{-1} аралыгында титан диоксидине тиешелүү валенттик термелүүлөр $\nu(\text{Ti-O})$ туура келет [18]. Ал эми бул спектрограммада интенсивдүүлүгү 54% да көрсөтүлгөн. ИК спектрометринин жогорку интенсивдүүлүгү 61, 56 % түзөт.

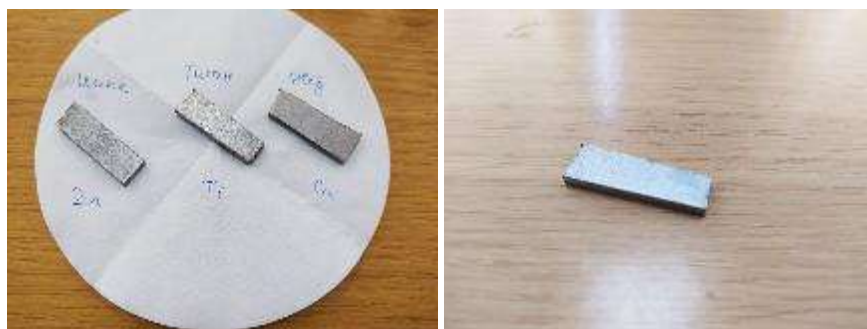


8-сүрөт. Цинк оксидинин нанобөлүкчөсүнүн ИК спектрограммасы.

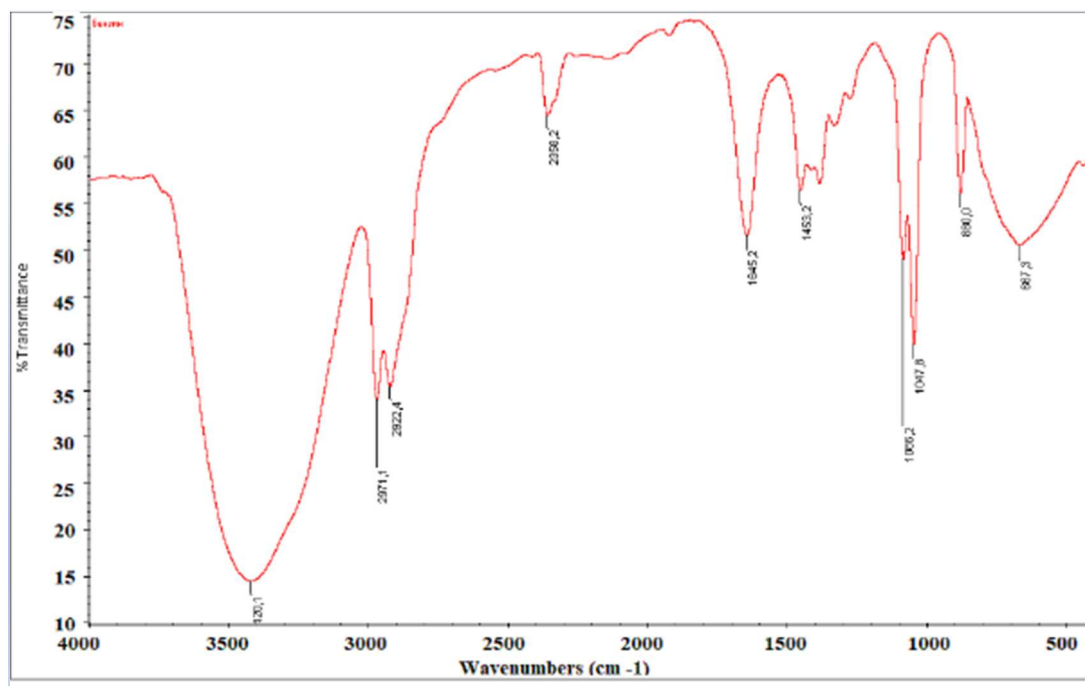
8-сүрөттөгү спектрограммада цинк оксидинин нанобөлүкчөсүн аныктоо үчүн пиктер алынган. 668 см⁻¹ден 1003 см⁻¹ аралыгында жогорку интенсивдүүлүктөгү жыштыктарда Zn=O Zn-O байланыштарынын термелүүсү менен түшүндүрүлөт [19,20,21]. ИК-спектрометринин жогорку босогосу 71%. Буга ылайык 68% башкача айтканда жогорку интенсивдүүлүктөгү көрсөткүчтөр болгондуктан, бул нанобөлүкчө цинк оксиди деп айта алабыз.



9-сүрөт. Импульстук плазма методу менен алынган оксиддердин TEM аппаратында алынган жыйынтыктар.

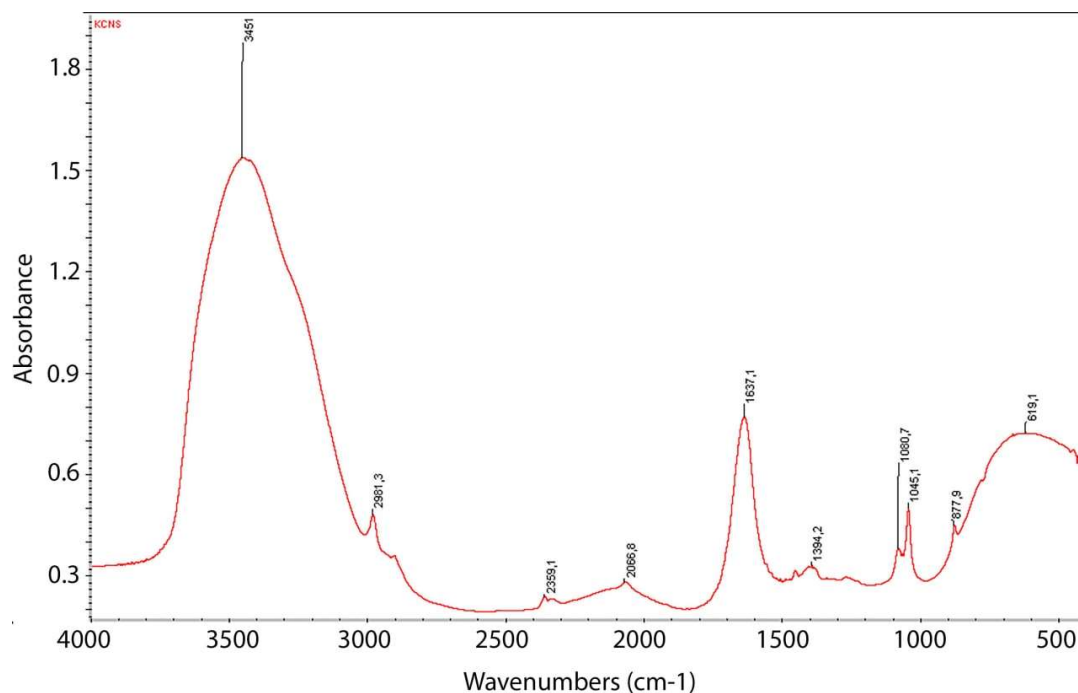


10-сүрөт. Нанокapтпоо алынган пленкалар.



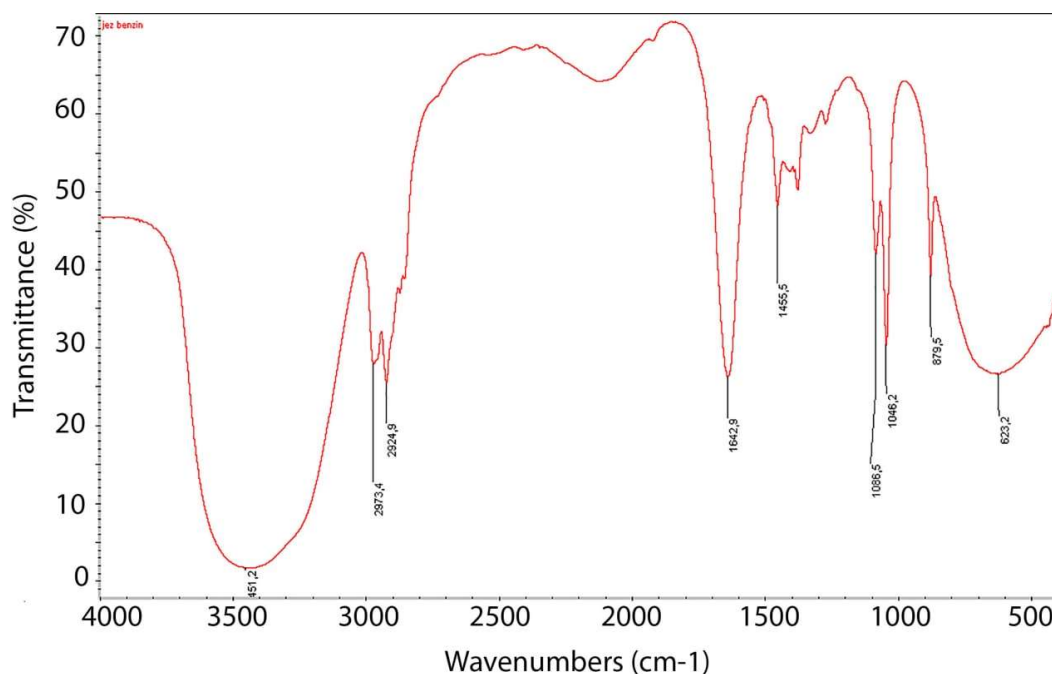
11-сүрөт. Бензин эритмесинин баштапкы спектрограммасы (% менен).

Бул спектрограммадан бензин эритмесинин баштапкы интенсивдүүлүгү $1047,8 \text{ см}^{-1}$ жыштыгында 38%ды түзөт. Адабияттарга ылайык бензин ИК спектрде $700\text{-}1100 \text{ см}^{-1}$ жыштыгында орун алат [22].



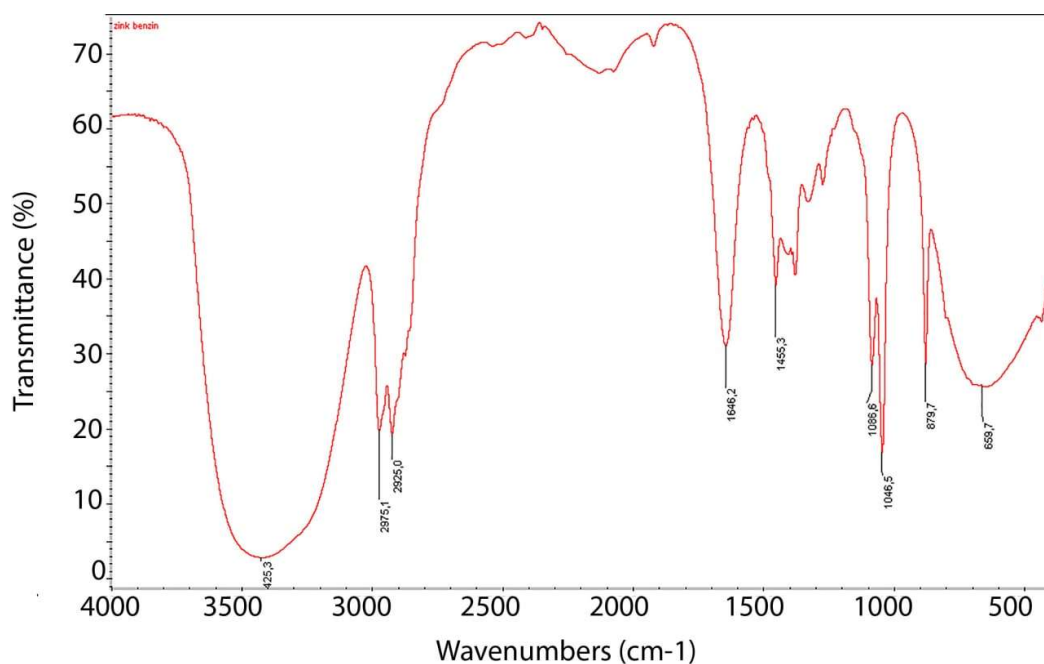
12-сүрөт. Калий роданидинин баштапкы спектрограммасы (абсорбанс менен).

Спектрограммадан калий роданидинин адабияттарга ылайык жыштыгына эң жакыны $2066,8 \text{ см}^{-1}$ тилкеси. Негизги роданиддер $2200\text{-}2050 \text{ см}^{-1}$ тилкелер арасында күчтүү валенттик термелүүлөрдү көрсөтөт[22].



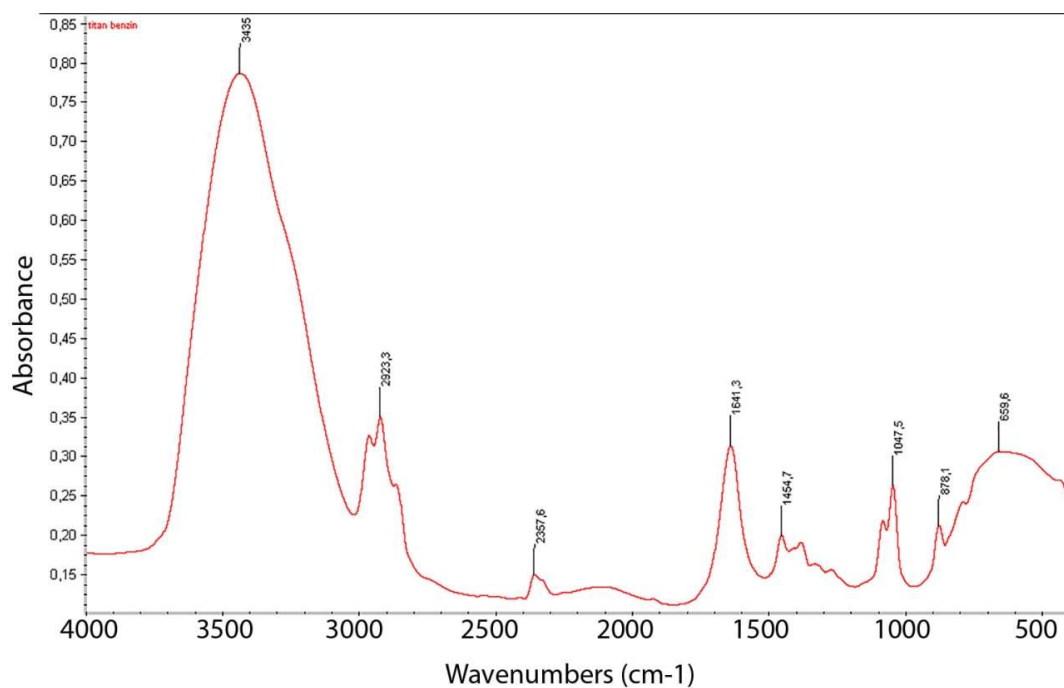
13-сүрөт. Жез оксидинин нанобөлүкчөсүнүн бензин эритмесине таасири.

Бул спектрограммадан баштапкы абалдан 42% дагы бензиндин интенсивдүүлүгү 32 %га түшкөндүгүн байкаса болот.



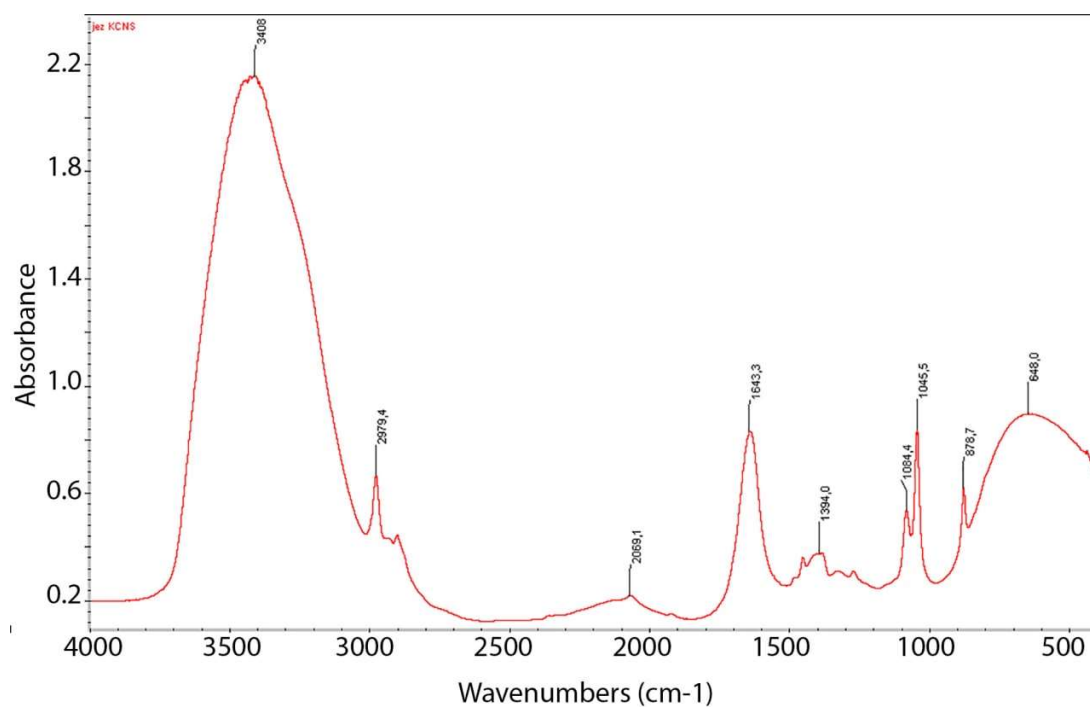
14-сүрөт. Цинк оксидинин нанобөлүкчөсүнүн бензин эритмесине таасири.

Спектрограмма цинк оксидинин таасири менен бензин интенсивдүүлүгү баштапкы абалдан 16%га чейин төмөндөгөнүн көрсөтүүдө.



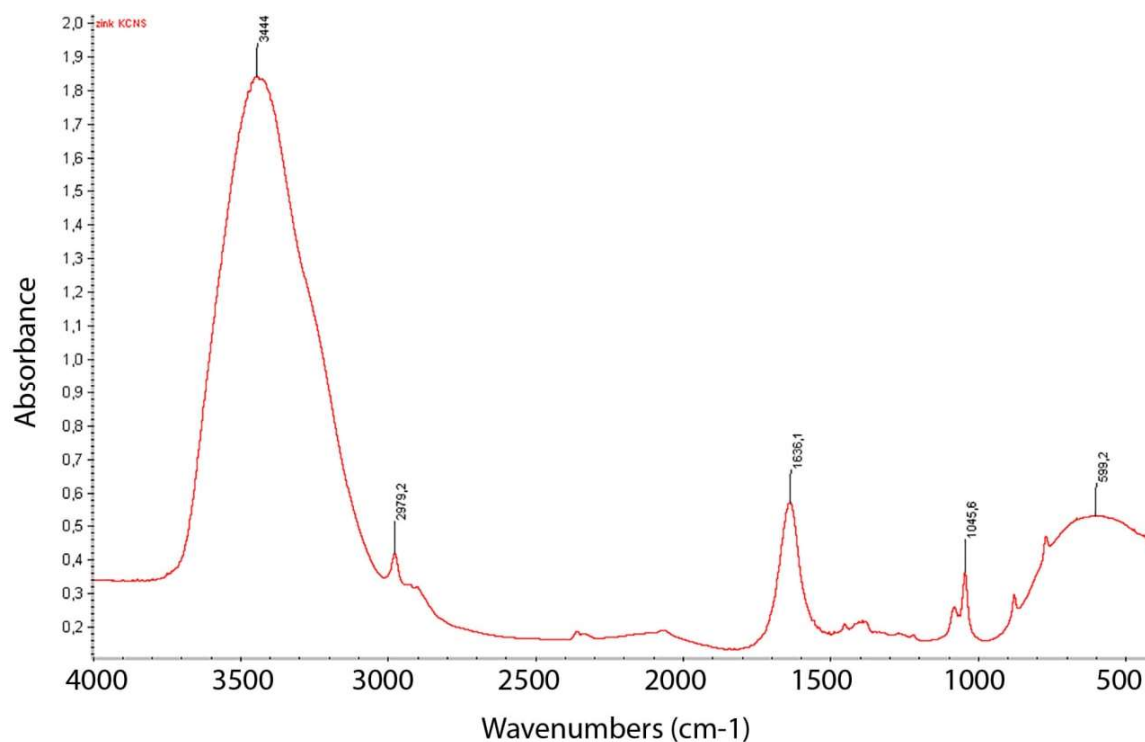
15-сүрөт. Титан диоксидинин нанобөлүкчөсүнүн бензин эритмесине таасири.

Бул сүрөттө титан оксидинин бензинге тийгизген таасиринин спектрограммасы берилген. Анда баштапкы абалдан 0,40 абсорбция бирдигинен 0,26 абсорбция бирдигине чейин түшкөнүн көрүүгө болот.



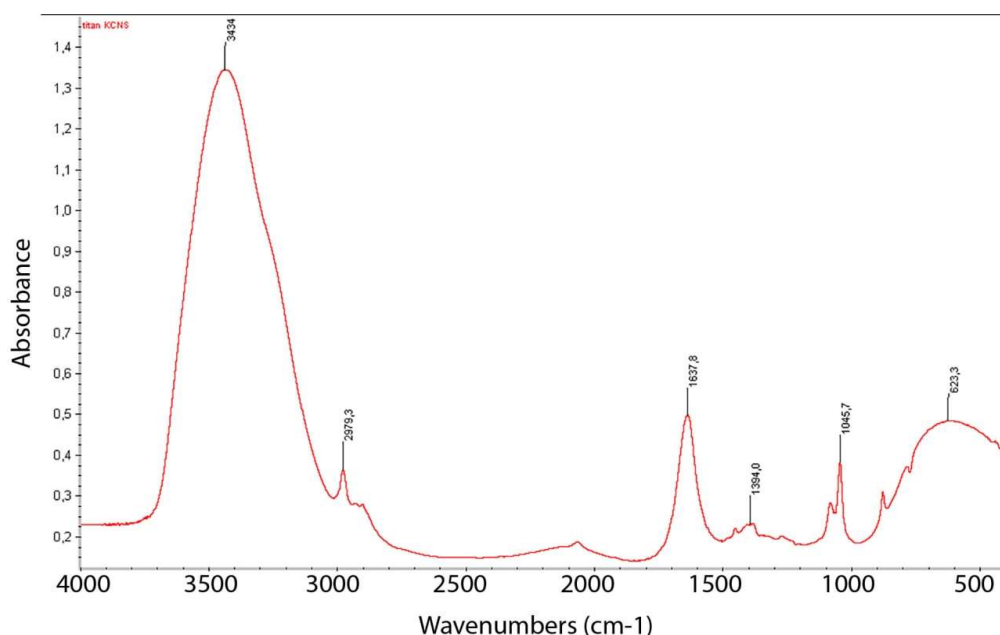
16-сүрөт. Жез оксидинин нанобөлүкчөсүнүн калий роданид эритмесине таасири.

Спектрограммадан баштапкы абалдан 0,22 абсорбция бирдигине чейин түшкөнүн көрөбүз.



17-сүрөт. Цинк оксидинин нанобөлүкчөсүнүн калий роданид эритмесине таасири.

Спектрограммадан цинк оксидинин таасири менен 0,28 абсорбциядан 0,18 абсорбция бирдигине чейин түшкөнүн байкайбыз.



18-сүрөт. Титан диоксидинин нанобөлүкчөсүнүн калий роданид эритмесине таасири.

Бул спектрограммада баштапкы абсорбциядан 0,18 абсорбция бирдигине чейин төмөндөгөнүн көрөбүз.

Корутунду. Алынган жыйынтыктардын натыйжасында импульстук плазма методу менен алынган каптоодо нанобөлүкчөлөрдүн оксиддери алынганын көрдүк. Буга ылайык метод нанокapтоо алууга мүмкүн экенин түшүнсөк болот. Ал эми алынган каптоолор техникалык булганууга учураган сууну тазалоо мүмкүнчүлүгү да бар экенин анализатордун спектрограммасынан түшүнүүгө болот.

Адабияттар:

1. www.ohchr.org/EN/Issues/WaterAndSanitation/SRWater/Pages/SRWaterIndex.aspx.
2. Саляхова М.А. Канд. Диссертация. Разработка фотокаталитических композиционных материалов с применением наноразмерного диоксида титана. - Казань. 2015.
3. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы. (Подред. Ю.Д. Третьякова). М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 456 .
4. Максимов А.И., Мошников В.А., Таиров Ю.М., Шилова О.А. Основы золь-гель технологии нанокomпозитов. СПб., 2007. - 255с
5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. Изд. 2-е, исправленное и дополненное. М.: Наука-Физматлит, 2007. 416 с.
6. Emil Omurzak et al., Synthesis Method of Nanomaterials by Pulsed Plasma in Liquid. J. Nanosci. Nanotechnol. 7(9):3157-9 · September 2007.
7. Г. Уметова. Күмүш-жез нанокomпозиттерин синтездөө жана алардын касиеттерин изилдөө: дис. тех. илим. магистри: 25.12.2019. – Кыргыз – Түрк Манас Университети, Бишкек 2019. – 29. - 52-б.
8. Ажиева М. Цинк кычкылынын нанобөлүкчөлөрүн синтездөөдө эксперименталдык шарттардын таасири: 25.06.2019. КТУ “Манас”. – Бишкек, 2019. - 35-б.
9. Schiavello M. (Ed.), Photoelectrochemistry, Photocatalysis and Photoreactors, Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1985.
10. Zamaraev K.I. Photocatalytic Conversion of Solar Energy, Vol. 1,2, Nauka, Novosibirsk, 1985.
11. Ollis D.F., Al-Ekabi H., Photocatalytic Purification and Treatment of Water and Air, Elsevier, Amsterdam, 1993.
12. Grätzel M.J., Howe R.F. Nature 91 (1991) 3906.
13. Weidmann J., T. Dettrich, E. Konstantinova, I. Lauermann, I. Uhlendorf, F. Koch, Influence of oxygen and water related surface defects on the dye sensitized tio2 solar cell, Solar Energy Materials and Solar Cells 56 (1999) 153.
14. Fujishima A., K. Hashimoto, T. Watanabe, TiO2 Photocatalysis. Fundamentals and Applications, BKC Inc., Tokyo, 1999.
15. Hoffmann M.R., S.T. Martin, W. Choi, D. W. Bahnemann, Environmental applications of semiconductor photocatalysis, Chem. Rev. 95 (1) (1995) 69-96.
16. Букетов Е.А. Дегидратация гидроокисей металлов в щелочных растворах / Угорец Н.З., Ахметов К.М. // Алма-Ата: Наука.1971.165 с.
17. Бацанов С.С. Влияние валентности и координации атомов на положение и форму ИК полос поглощения в неорганических соединениях / Дербенева С.С. // Журн. структ. химии. 1969. Т. 10. С. 602-608.
18. Nakamoto K. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. М. Мир.: 1991.
19. Sharma D., Jha R. // Ceram. International. 2017. Vol. 43. N 11. P. 8488-8496. DOI: 10.1016/j.jallcom.2016.12.227
20. Kumar S., Mukherjee S., Singh R. Kr., Chatterjee S., Ghosh A.K. // J. Appl. Phys. 2011. Vol. 110. P. 103508. DOI: 10.1062/1.368221
21. Cusco R., Alarcon-Llado E., Ibanez J., Artus L., Jimenez J., Wang B., Callahan M.J. // Phys. Rev. B. 2007. Vol. 75. P. 165202. DOI: 10.1103/PhysRevB.75.165202
22. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных = Structure Determination of Organic Compounds. Tables of Spectral Data / Пер. с англ. Б. Н. Тарасевича. - Бином. Лаборатория знаний, 2006. - С. 251-318. - 1500 экз. - ISBN 5-94774-572-0.