



METALL OKSIDI NANOKOMPOZITLARI SINTEZIDA IONLI SUYUQLIKLARNING O'RNII: MINI KO'RIB CHIQISH (MINI SHARH)

Fayziyeva Xolida Kamoliddin qizi

Denov tadbirkorlik pedagogika instituti

Fizika yo'nalishi 2-kurs talabasi

xolidafayziyeva8@gmail.com

Annotatsiya: Ionli suyuqliklar metall oksidli nanokompozitlar sintezini shakllantiradi, chunki ular kristall fazalar hosil bo'lishini, morfologiyasini va zarralar tarqalishini past haroratlarda boshqaradi. Ashoka va boshqalar (2016) xona haroratidagi ionli suyuqlik mikroto'lqin yordamida truba shaklidagi CuO/TiO₂ tuzilmalarini hosil qilganini xabar qilishadi. Kaper va boshqalar (2007) imid qarshi ioni bo'lgan ionli suyuqlik sol-gel sintezi davomida rutil TiO₂ nanorodlarini hosil qilishini ko'rsatadi, Voepel va boshqalar (2017) esa ikkilik ionli suyuqlik aralashmalari bronza, anataza va rutil fazalarining nisbiy ulushlarini past haroratlarda sozlay olishini ta'kidlaydi. Suzuki va boshqalar (2010) ionli suyuqlik muhitida purkash orqali cho'ktirish 6 nm dan kichikroq, yuqori darajada tarqalgan nanazarralarni hosil qilganini qayd etishadi, Zhu va boshqalar (2006) esa metall o'z ichiga olgan ionli suyuqliklar ZnO nanostrukturalarining morfologiyasini boshqarishda ham erituvchi, ham prekursor sifatida ishlashini ko'rsatadi. Green va boshqalar (2012) ionli suyuqlik sharoitida aralashmasiz murakkab funksional oksidlar sintezini tasvirlaydi. Ushbu tadqiqotlar birgalikda shuni ko'rsatadiki, maxsus ionli suyuqliklar metall oksidli nanokompozitlarning xususiyatlariga quyidagi yo'llar bilan ta'sir qiladi: Tuzilma hosil bo'lishini shablon sifatida boshqaradi va kristall fazalarni yo'naltiradi. Past haroratli sintezni ta'minlaydi va morfologiyani boshqarish imkonini beradi. Moslashtirilgan solvatatsiya va prekursor yetkazib berish orqali zarracha o'lchamini boshqarish va tarqalishni rag'batlantiradi.



Kalit so'zlar: *CuO/TiO₂ Nanokompozit; ionli suyuqliklar · nanostrukturalar · sintetik usullar.*

Annotation: Ionic liquids shape the synthesis of metal oxide nanocomposites by directing crystal phase formation, morphology, and particle dispersion at lower temperatures. Ashoka et al. (2016) report that a room temperature ionic liquid enabled microwave-assisted formation of tube-like CuO/TiO₂ structures. Kaper et al. (2007) show that an ionic liquid with an imide counter ion directs the formation of rutile TiO₂ nanorods during sol–gel synthesis, while Voepel et al. (2017) indicate that binary ionic liquid mixtures adjust the relative proportions of bronze, anatase, and rutile phases at low temperatures. Suzuki et al. (2010) note that an ionic liquid environment in sputter deposition produced highly dispersed nanoparticles smaller than 6 nm, and Zhu et al. (2006) demonstrate that metal-containing ionic liquids act as both solvent and precursor to control ZnO nanostructure morphology. Green et al. (2012) describe the synthesis of complex functional oxides without impurity phases under ionic liquid conditions. These studies collectively reveal that specific ionic liquids influence metal oxide nanocomposite properties by: Templating structure formation and directing crystal phases. Enabling low-temperature synthesis and controlled morphology. Promoting particle size control and dispersion through tailored solvation and precursor delivery.

Keywords: CuO/TiO₂ Nanocomposite; Ionic Liquids; Nanostructures; Synthetic Methods.

Abstract: Ионные жидкости формируют синтез нанокомполитов оксидов металлов, направляя формирование кристаллической фазы, морфологию и дисперсию частиц при более низких температурах. Ashoka et al. (2016) сообщают, что ионная жидкость при комнатной температуре обеспечивает возможность формирования трубчатых структур CuO/TiO₂ с помощью микроволн. Kaper et al. (2007) показывают, что ионная жидкость с имидным противоионом направляет образование наностержней рутила TiO₂ во время золь-гель синтеза, в то время как Voepel et al. (2017) указывают, что бинарные смеси ионных жидкостей регулируют относительные пропорции

фаз бронзы, анатаза и рутила при низких температурах. Suzuki et al. (2010) отмечают, что среда ионной жидкости при осаждении распылением производит высокодисперсные наночастицы размером менее 6 нм, а Zhu et al. (2006) демонстрируют, что содержащие металл ионные жидкости действуют как растворитель и прекурсор для управления морфологией наноструктуры ZnO. Грин и др. (2012) описывают синтез сложных функциональных оксидов без примесных фаз в условиях ионной жидкости. Эти исследования в совокупности показывают, что определенные ионные жидкости влияют на свойства нанокompозита оксида металла посредством: Формирования шаблонной структуры и направления кристаллических фаз. Обеспечения низкотемпературного синтеза и контролируемой морфологии. Стимулирования контроля размера частиц и дисперсии посредством индивидуальной сольватации и доставки прекурсора.

Ключевые слова: Нанокompозит CuO/TiO₂; Ионные жидкости; Наноструктуры; Методы синтеза.

Kirish

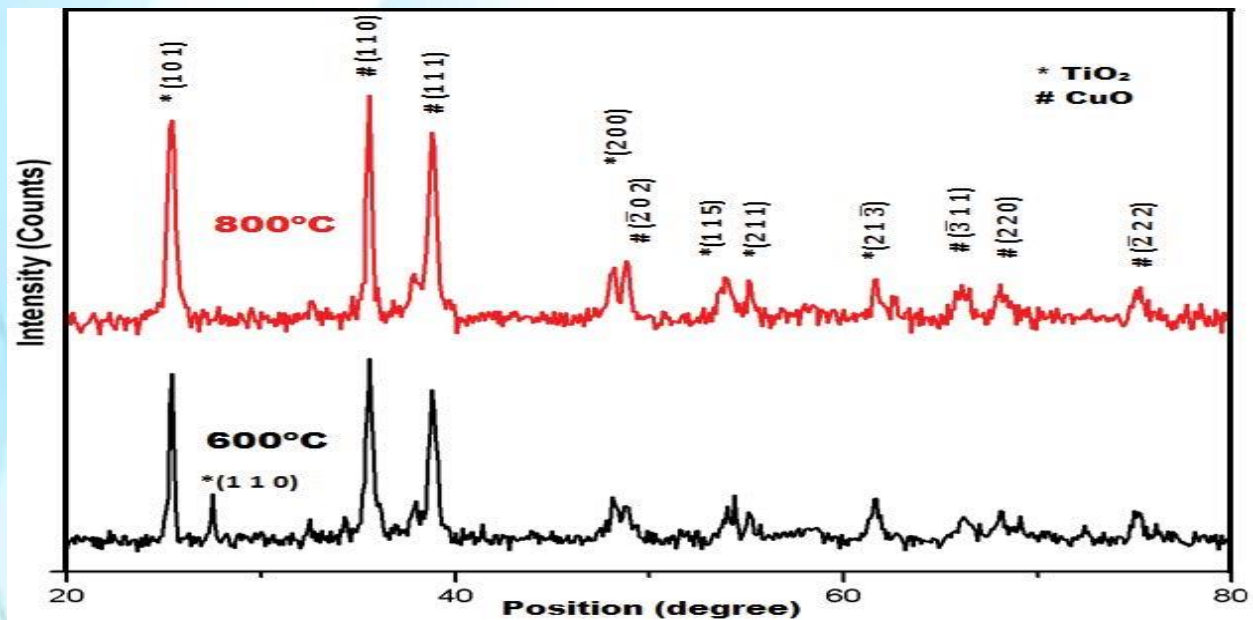
Hozirgi kunda tadqiqotchilar metal oksid nanostruktural kompozitlarga e'tibor qaratmoqdalar, chunki ularning yuqori yuzaga nisbati va kvant qamrab olish ta'siriga ega bo'lish kabi noyob xususiyatlari bor. Ushbu nanostruktural metal oksidlar turli qo'llanmalarda, masalan, sensorlarni ishlab chiqarish, optoelektron qurilmalar, quyosh batareyalari, foto-katalitik faoliyat, biomedikal soha, avtomobil va atrof-muhit monitoringida qo'llanilmoqda [1]. Umuman olganda, CaO, MgO, TiO₂, SiO₂, ZnO, CuO, Al₂O₃, ZrO₂ va boshqa shunga o'xshash materiallardan foydalanilgan turli metal oksid nanokompозитlar mavjud. CuO - bu 1.2 eV kichik band bo'shlig'iga ega p-tipli yarim o'tkazgich materialidir. CuO ning tuzilishi monoklinik bo'lib, nano CuO ning xususiyatlariga qarab, bu ko'plab qurilma ishlab chiqarish birliklarida ishlatiladi [2]. TiO₂ - bu 3.2 eV dan 3.6 eV gacha keng band bo'shliqqa ega n-tipli yarim o'tkazgich materialidir. Bir muhim afzallik - TiO₂ boshqa material bilan reaksiyaga kirishganda, u ularning orasida geterojunksiyalarni hosil qiladi [3]. Barcha metal oksidlar ichida CuO/TiO₂ nanokompозитlari namlik



sensorlari qo'llanmalarida yuqori sezgi xususiyatlarini ko'rsatmoqda [4]. Aksariyat sanoatlar CuO/TiO₂ nanokompozitlari uchun qidirayпти, chunki ular mavjud va sezgi faoliyatida tez javob beradi [5]. CuO/TiO₂ nanokompozitlarining afzalliklari ularning tor band bo'shligi, barqarorligi, toksik emasligi va oson mavjudligidadir. Metal oksid nanokompozitlarni sintetik qilishingiz uchun turli sintetik usullar qo'llanildi, masalan, suvda singdirish usuli [6], sol-gel usuli [7], gidrotermal usul [8] va mikrodalga yordamida usuli [9]. Ushbu usullardan eng ko'p mikrodalga yordamida usuli qabul qilindi, chunki u oddiy, tez va oson. Ushbu texnika yordamida hajmni osonlik bilan nazorat qilish mumkin. Ushbu reaksiyani atmosferada bosim va tez qizdirishda uy mikrodalga pechida amalga oshirish mumkin [10]. Xonada xona haroratidagi ionik suyuqlikni ishlatishning asosiy maqsadi, bu reaksiiv jarayonda mikrodalga qabul qiluvchi va yordamchi stabilizator sifatida xizmat qilish, yuqori temperatura reaksiya jarayonlarini past bosimlarda amalga oshirish va yon mahsulotlarni nazorat qilish uchun[11].

Eksperimental Tafsilotlar.

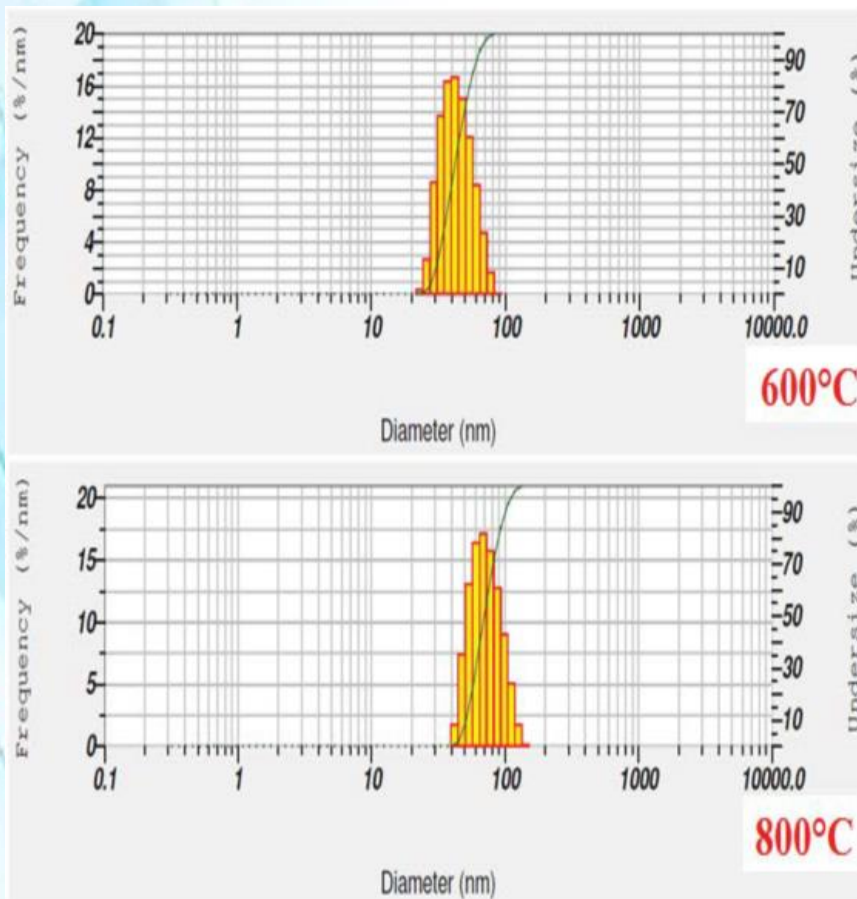
Kuprot asetat, Titanning tetra izopropoksidi, Natriy gidroksidi va 1-etil-3-metil-imidazolium-etilsulfat [emim]etSO₄ sintez materiallari sifatida ishlatilgan. Barcha kimyoviy moddalar Sigma Aldrich Inc. dan 98% tozaligiga ega holda sotib olingan. CuO va TiO₂ alohida tayyorlanib, mexanik maydalash jarayoni orqali maydalangan va aralashgan. Avval, kuprot asetat 100 mL distillangan suvga qo'shildi, so'ngra bu erda NaOH eritmasi va [emim]etSO₄ har doim kuchli aralashishda tomchilatib qo'shildi. Natijada g'isht qizil rangli eritma hosil bo'ldi. Mikrodalga pechda 5 daqiqalik nurlanishdan so'ng, oxirgi mahsulot, ya'ni CuO nanomateriallari olindi. Ushbu jarayon TiO₂ nanomateriallarini tayyorlash uchun ham takrorlandi. CuO/TiO₂ nanokompozit, CuO va TiO₂ nanomateriallarini 1:1 og'irlik nisbati bilan mexanik maydalash orqali olindi. CuO/TiO₂ nanokompoziti 600°C va 800°C haroratlarda kalitlandi va turli xil xususiyatlari belgilandi. {12}



1-rasm: CuO/TiO₂ nanokompozitining XRD namunasi. {13}

Turli haroratlarda hosil qilingan CuO/TiO₂ nanokompozitining tuzilishini bilish maqsadida XRD spektrlari o'rganildi, bu esa 1-rasmda ko'rsatilgan.

2-rasmda CuO/TiO₂ nanokompozitining zarracha o'lchamlari taqsimoti



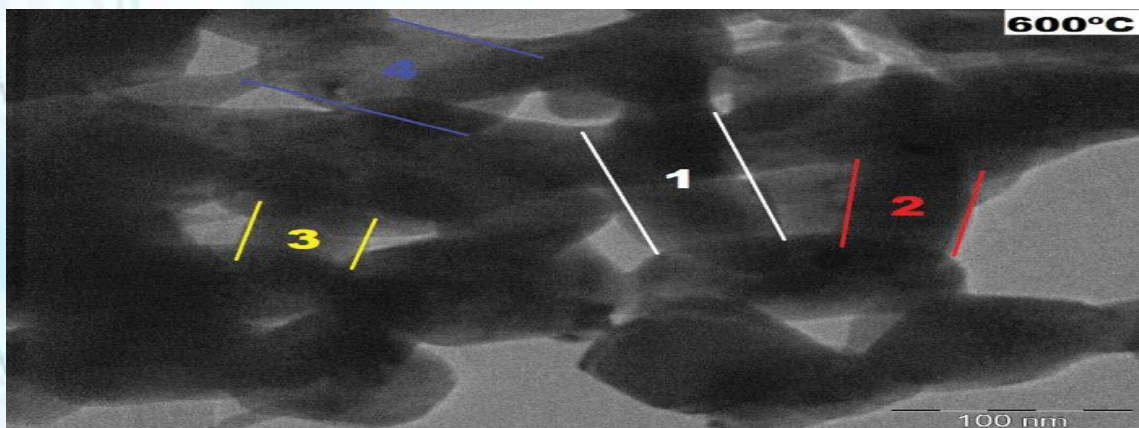
ko'rsatilgan. Zarracha o'lchamlarini tahlil qilish asbobi dinamik yengil tarqalish printsiplig asoslanib ishlaydi. CuO/TiO₂ nanokompoziti bir necha daqiqa davomida etanolda tarqatilib, zarracha o'lchamlari taqsimoti o'rganildi.

Gistogrammaning o'rtacha qiymati o'rtacha

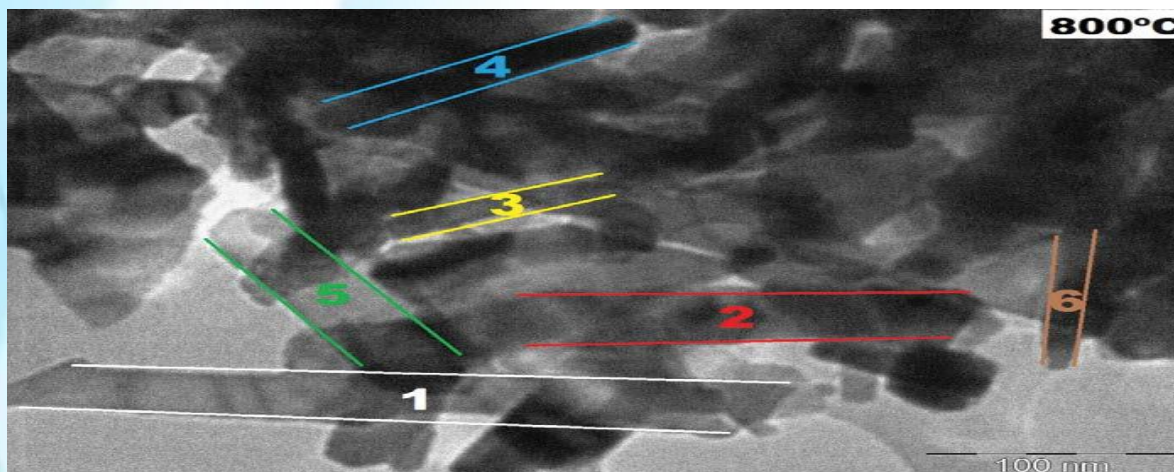
2-rasm: CuO/TiO₂ ning zarrachalar taqsimoti

zarracha o'lchami sifatida qabul qilindi. 600°C da o'rtacha zarracha o'lchami 42 nm ni tashkil etdi, o'sha paytda haroratni 800°C ga oshirish bilan o'rtacha zarracha o'lchami 64 nm ga ko'tarildi. Bu natija shuni ko'rsatadiki, CuO/TiO₂ nanokompozit materiallarining o'lchamlari harorat oshgani sari kattalashadi, chunki zarrachalar issiqlik energiyasini qabul qilib, o'lchamlarini kengaytirdi. Ushbu ma'lumot XRD o'rtacha kristall donalarning o'lchami bilan tasdiqlanmoqda [16].

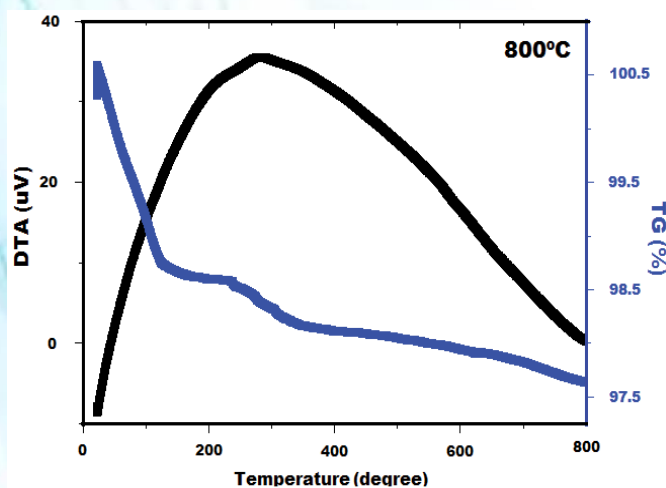
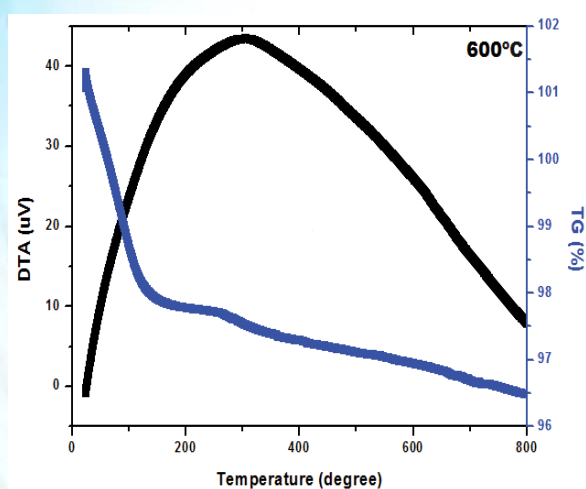
600°C da o'rtacha zarracha o'lchami 42 nm bo'lsa, haroratni 800°C ga oshirganda o'rtacha zarracha o'lchami 64 nm ga ko'tarildi. Bu natija shuni ko'rsatadiki, CuO/TiO₂ nanokompozit materiallarining o'lchamlari harorat oshgan sari kattalashadi, chunki zarrachalar issiqlik energiyasini o'z ichiga olib, o'z o'lchamlarini kengaytirdilar. Ushbu ma'lumot XRD o'rtacha kristall donalarning o'lchami bilan tasdiqlangan [16]. CuO/TiO₂ nanokompozitining Zeta potensialining o'zgarishlari 3-rasmda turli haroratlarda ko'rsatilgan. Zeta potensial zarrachalarning ikki qavatdagi chegara nuqtasidagi elektr potensial sifatida olinadi. Umuman olganda, nanokompozitning barqarorligi +50 mV dan -50 mV gacha bo'lgan zeta potensial qiymatlariga bog'liq. Ushbu rasmda, 600°C va 800°C haroratlarida izoeletik nuqtalari 3.5 va 9.5 sifatida ko'rsatildi. Kuchli Kulon tortishish bog'lanishlari ta'sirida musbat va manfiy zaryadlar hosil bo'ldi. Zaryadni neytrallashtirish aglomeratsiya darajasi sababli yuz berdi. Bu shuni ko'rsatadiki, CuO/TiO₂ nanokompozit yuqorida aytib o'tilgan haroratlarda yuqori barqarorlikka ega.



1) Shakl 3A: CuO/TiO₂ ning TEM tasviri 600°C da nanokompozit.



2) Shakl 3B: CuO/TiO₂ ning TEM tasviri 800°C da nanokompozit.



4A-Rasm.

4B-Rasm.



CuO/TiO₂ nanokompozitlarining termo gravimetrik va differential termal analiz TG/DTA egri chiziqlari 4A va 4B-raslarda ko'rsatilgan. Material xona haroratidan 800°C gacha havoda qizdirildi va og'irlik yo'qotish hamda DTA egri chiziqlari kuzatildi. 100°C dan past haroratlarda og'irlik yo'qotilishi suv molekulalarining bug'lanishi sababli yuz berdi, 100°C dan 800°C gacha esa kichik og'irlik yo'qotish unreacted organik materiallarning chiqarilishi bilan bog'liq. DTA eksotermik egri chiziqlari CuO/TiO₂ ning kristallanishi oshayotganini ko'rsatadi. Bu zarrachalarning harorat oshishi bilan o'sishini anglatadi. Olingan og'irlik yo'qotishi 600°C va 800°C da mos ravishda 3.5% va 2.3% ni tashkil etdi [20].

Ionli suyuqliklar, odatda, ionlar (zaryadlangan zarrachalar) mavjud bo'lgan suyuqliklardir. Ular kimyo va fizika sohalarida muhim o'ringa ega, chunki ionlar suyuqlikda erigan holda turli kimyoviy reaksiya va jarayonlarda ishtirok etadi. Ionli suyuqliklarning ba'zi misollariga quyidagilar kiradi: {15}

Elektrolitlar: Masalan, suvda erigan tuzlar (NaCl, KCl va hokazo) elektrolitlar hisoblanadi. Ular suyuqlikda ionlar hosil qiladi va bu ionlar elektr toki o'tkazishda ishtirok etadi.

Ionli suyuqliklar (ILs): Bu suyuqliklar asosan organik yoki noorganik ionlardan iborat bo'lib, ular odatda juda past erish nuqtasiga ega. Ionli suyuqliklar ko'plab sanoat jarayonlarida, elektrotexnika, kaliyli batareyalar va boshqa texnologik sohalarda ishlatiladi.

Ionli suyuqliklar o'ziga xos fizikaviy xususiyatlarga ega, masalan, ular oson parchalashmaydi va ular ko'pincha yuqori erish nuqtalari va yaxshi erituvchanlikka ega bo'ladi. Bular, shuningdek, atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan o'zgaruvchan xususiyatlarga ega bo'lishi mumkin. Metall oksidi nanokompozitlari sintezida ionli suyuqliklarning o'rni haqida maqola yozishda quyidagi xulosalarni keltirish mumkin:

Ionli suyuqliklarning roli: Ionli suyuqliklar, odatda, yaxshi eruvchanlik, o'zgaruvchan kimyoviy xususiyatlar va yuqori termal barqarorlikka ega bo'lib, metall oksidi nanokompozitlarini sintez qilishda asosiy o'rin tutadi. Ular sintez



jarayonida moddalar o'rtasidagi reaksiyalarni qo'llab-quvvatlaydi va kerakli fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega materiallarni hosil qilishga yordam beradi.

Sintezning samaradorligi: Ionli suyuqliklar yordamida metall oksidlarini sintez qilish jarayoni ko'plab afzalliklarga ega, jumladan, arzon va ekologik toza usullarni taklif etadi. Bu suyuqliklar sintez vaqtida tarkibiy tuzilmani va nanokompozitlarning morfologiyasini nazorat qilish imkoniyatini beradi. 3. Yuqori sifatli nanokompozitlar: Ionli suyuqliklar orqali sintez qilingan metall oksidi nanokompozitlari yuqori elektr o'tkazuvchanlik, mexanik kuch, va yuqori qizdirish qobiliyatiga ega bo'lishi mumkin. Bu materiallar elektronika, energiya saqlash va boshqa sanoat sohalarida keng qo'llaniladi.

Ionli suyuqliklarning o'zgaruvchan tabiati: Ionli suyuqliklar sintez jarayonini moslashuvchan qilishda muhim o'rin tutadi, chunki ularning tarkibi va sharoitlarga qarab kimyoviy xususiyatlari o'zgarishi mumkin. Bu esa metall oksidlari nanokompozitlarini har xil sharoitlarda ishlab chiqarishga imkon beradi.

Kelajakda tadqiqotlar: Ionli suyuqliklarning metall oksidi nanokompozitlari sintezidagi imkoniyatlari va cheklovlarini aniqlash bo'yicha yanada chuqur tadqiqotlar talab etiladi. Ayniqsa, ularning ekologik ta'siri va samaradorligini yaxshilash uchun yangi formulalar va texnologiyalar ishlab chiqish zarur. {15-20}

Xulosa .Metall oksidi nanokompozitlarini sintez qilishda ionli suyuqliklar muhim rol o'ynaydi. Ionli suyuqliklar – bu yuqori eruvchanlik, termal barqarorlik va kimyoviy reaktivlik kabi xususiyatlarga ega bo'lgan, noorganik tuzlarning eritmasi sifatida tavsiflanadigan moddalardir. Ular metall oksidi nanokompozitlarini sintez qilishda bir qator afzalliklarga ega bo'lib, bu jarayonni ekologik toza va samarali qilishga yordam beradi.

Birinchidan, ionli suyuqliklar metall oksidlari nanokompozitlarini sintez qilishda, asosan, yaxshi dispersiya xususiyatlariga ega bo'lishi bilan ajralib turadi. Bu xususiyat nanomateriallarning morfologiyasini va strukturaviy xususiyatlarini boshqarish imkonini beradi, natijada yuqori sifatli materiallar hosil bo'ladi. Ionli suyuqliklar yordamida sintez qilingan materiallar, odatda, yuqori mexanik mustahkamlik, yuqori elektron o'tkazuvchanlik va mexanik xususiyatlar bilan ajralib



turadi, bu ularni elektronika, energiya saqlash va boshqa yuqori texnologik sohalarida ishlatish uchun ideal qiladi.

Ikkinchidan, ionli suyuqliklarning kimyoviy xususiyatlari, ularning tarkibi va solishtirma harorat sharoitlariga moslashuvchanligi sintez jarayonini o'zgartirish va optimallashtirishda katta rol o'ynaydi. Ionli suyuqliklar yordamida sintez qilingan metall oksidi nanokompozitlar materiallarning tarkibini aniq boshqarish imkonini beradi, bu esa o'z navbatida nanomateriallarning xususiyatlarini o'zgartirish va yaxshilash imkoniyatini yaratadi. Bu jarayonlarning ekologik jihatdan samarali bo'lishi ham muhim ahamiyatga ega, chunki ionli suyuqliklar ko'pincha an'anaviy erituvchilarga nisbatan ko'proq ekologik toza va barqaror hisoblanadi. Shu bilan birga, ionli suyuqliklar yordamida sintez qilingan nanokompozitlarning sifatini yaxshilashda, sintez sharoitlarini boshqarish va tizimli o'zgarishlarni amalga oshirish jarayonidagi murakkabliklar ham mavjud. Ionli suyuqliklarning kimyoviy tuzilishi va ularning reaktivligi, sintez jarayonining aniq sharoitlariga qarab o'zgarishi mumkin, bu esa ba'zi holatlarda material sifatini ta'sir qilishi yoki oldindan kutgan natijalarga yetmasligi mumkin. Shu sababli, ionli suyuqliklar yordamida metall oksidi nanokompozitlarini sintez qilishda kelajakdagi tadqiqotlar, ularning xususiyatlarini yanada chuqurroq o'rganish, shuningdek, bu materiallar bilan ishlashning samaradorligini oshirishga qaratilgan bo'lishi lozim. Kelajakda yangi texnologiyalar, usullar va formulalar ishlab chiqilishi mumkin, ular yordamida sintez jarayonlarini yanada mukammallashtirish va yangi, ilg'or nanomateriallar yaratish mumkin bo'ladi.

Xulosa qilib aytganda, ionli suyuqliklar metall oksidi nanokompozitlarini sintez qilishda yuqori samarali va ekologik jihatdan toza alternativadir. Ularning yordamida sintez qilingan nanokompozitlar yuqori sifatli, mustahkam, va ko'plab sanoat sohalarida keng qo'llaniladigan materiallarga aylanishi mumkin. Biroq, ionli suyuqliklar bilan bog'liq ilmiy tadqiqotlarni davom ettirish, bu materiallar bilan ishlashni yanada takomillashtirishga xizmat qiladi.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:**

- {1} Barreca D, Carraro G, Comini E, Gasparotto A, Maccato C va boshqalar. (2011) Roman CuO-TiO₂ ning sintezi va gazni sezish ko'rsatkichlari Nanokompozitlar Au nanopartikullar bilan ishlaydi. J Phys Chem C 115: 10510-10517.
- {2} Qiu G, Dharmarathna S, Zhang Y, Opembe N, Huang H va boshqalar. (2012) Oson CuO nanomateriallari va ularning mikroto'lqinli gidrotermik sintezi Katalitik va elektrokimyoviy xossalari. J Phys Chem C 116: 468-477.
- {3}. Islom MA, Haither MJ, Khan I, Islam M (2012) Optik va Strukturaviy TiO₂ ning xarakteristikasi Nanozarrachalar. IOSR J Electric Electron Eng 3: 18-
- {4}. Kim HK, Dattatraya S, Young S, Hwang K, Jhung SH va boshqalar. (2005) Namlik Nanoporous TiO₂ ning sezgi xususiyatlari -SnO₂ Seramika datchiklari. Buqa koreys Chem Soc 26: 1881-1884.
- {5.} Li Y, Mu-jie Y, She Y (2002) Yangi chidamli namlik sensori. Natriy polistirensulfonat/TiO₂ nanokompozitlari. Xitoyning J Poly Sci 20:237-241.
- {6.} Kumar DP, Shankar MV, Kumari MM, Sadanandam G, Srinivas B va boshqalar. (2013) CuO/TiO₂ ga nano o'lchamdagi ta'sirlar yuqori samarali H₂ uchun katalizatorlar nuri nurlanishi ostida ishlab chiqarish. Chem Comm 49: 9443-9445.
- {7}. Zhi-Hao Y, Cheng-Chun T, Shou-Shan F (2001) ZnO/TiO₂ dan olingan sol jelning optik yutilishi Nanokompozit filmlar. Chin Phys Lett 18: 1520-1522.
- {8.} Fang L, Ying-Chun Z (2012) Sintez va elektrokimyoviy xususiyatlari Gözenekli SnO₂ Aglomeratlar. J Inorg Mater 27: 219-224.
- {9}. Periyat P, Leyland N, McCormack DE, Colreavy J, Corr D va boshqalar. (2010) Tez Mesoporous TiO₂ ning mikroto'lqinli sintezi Elektrokromik displeylar uchun. J Mater Chem 20: 3650-3655.
- {10}. Krishnakumar T, Jayaprakash R, Sathya Raj D, Pinna N, Singh VN va boshqalar. (2011) Mikroto'lqinli pech yordamida sintez, tavsif va ammiakni aniqlash polimer qopqoqli yulduz shaklidagi sink oksidi nanostrukturalarining xususiyatlari. J Nanopart Res 13: 3327-3334.



{11-15} Faraz M, Rao KV, Aparna Y (2012) Sintez va xarakteristikalar $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ Eritmalarni yoqish usuli bilan nanozarrachalar. Adv Sci Eng Med 4: 225-229.

{15-20} Ashok et al., J Nanomater Mol Nanotechnol 2016, 5:2

<http://dx.doi.org/10.4172/2324-8777.1000179>

{20} Green, D. C., Glatzel, S., Collins, A. M., Patil, A. J., & Hall, S. R. (2012). A New General Synthetic Strategy for Phase-Pure Complex Functional Materials. Advanced Materials, 24(42), 5767–5772.