KIMYO

UDK: 543.421 DOI: 10.56292/SJFSU/vol29_iss1/a124

ARALASH ERITUVCHI MUHITIDA BIR XIL SHAKLDAGI TiO_2 KOLLOID ZARRACHALARINING SINTEZI VA MORFOGRAFIYASI

СИНТЕЗ И МОРФОЛОГИЯ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ TiO_2 ОДИНАКОВОЙ ФОРМЫ В СРЕДЕ СМЕШАННОГО РАСТВОРИТЕЛЯ

SYNTHESIS AND MORPHOLOGY OF UNIFORM COLLOIDAL TiO_2 PARTICLES IN A MIXED SOLVENT SOLUTION

Tursunov Firdavsi Hamzayevich[1]

[1]**Tursunov Firdavsi Hamzayevich** – Samarqand davlat universiteti

Annotatsiya

Zol-gel usulidan foydalangan holda aralash 3:1 mol nisbatdagi organik erituvchilar etanol va asetonitrillar yordamida rombik shakldagi TiO_2 kolloid zarrachalari olingan. Jarayon gidroliz va polikondensatsiyalanish bosqichlaridan iborat ekanligi qayd etilgan. Sintez qilingan TiO_2 kolloid zarrachalarining morfologiyasi va o'lchamlari skanerlovchi elektron mikroskop va atom kuchi mikroskopiyasi usullari yordamida aniqlangan. Sintez qilingan zarrachalar 250-350 nm, qalinligi 15-30 nm ga tengligi ta'kidlangan.

Аннотация

Коллоидные частицы TiO_2 ромбической формы были получены методом золь-геля с использованием смешанных органических растворителей этанола и ацетонитрила в соотношении 3:1 моль. Отмечается, что процесс состоит из стадий гидролиза и поликонденсации. Морфология и размеры синтезированных коллоидных частиц TiO_2 были определены с помощью сканирующей электронной микроскопии и атомно-силовая микроскопии. Отмечено, что синтезированные частицы имеют диаметр 250-350 нм при толщине 15-30 нм.

Abstract

The sol-gel method was used to synthesis rhombic-shaped TiO_2 colloidal particles by combining organic solvents ethanol and acetonitrile in a 3:1 mol ratio. It is noted that the process includes stages of hydrolysis and polycondensation. Scanning electron microscopy and atomic force microscopy were used to determine the morphology and sizes of synthesized colloidal TiO_2 particles. The synthesized particles have a diameter of 250-350 nm and a thickness of 15-30 nm.

Kalit so'zlar: *zol-gel sintezi, aralash erituvchi, rombik TiO_2, kolloid zarralar, skanerlovchi elektron mikroskop.*

Ключевые слова: *золь-гель синтез, смешанный растворитель, ромбический TiO_2, коллоидные частицы, сканирующий электронный микроскоп.*

Key words: *sol-gel synthesis, mixed solvent, rhombic TiO_2, colloidal particles, scanning electron microscope.*

KIRISH

Ko'pgina tadqiqotchilar oxirgi o'n yillarda o'z ilmiy izlanishlarini noyob xususiyatlarga ega bo'lgan, fan va texnologiyada qo'llaniladigan nanokristalli materiallar, xususan, metallar va metal oksidlarini o'rganishga bag'ishlaganlar. Shunday birikmalardan biri titan dioksidi (TiO_2) bo'lib, u katalitik jarayonlarda [1], gazlarni aniqlash [2], bo'yoq va kosmetika sanoati uchun oq pigmentlar [3], quyosh batareyalari, litiy-ionli batareyalar [4], organik moddalar va elektrodlarning fotokimyoviy degradasiyasi [5] kabi ko'plab sohalarda ishlatilmoqda.

TiO_2 nanozarrachalari yarim o'tkazuvchan material hisoblanadi. Uning valent va o'tkazuvchan sohalari orasida katta taqiqlangan zona energiyasi (3,0-3,2 eV) bo'lganligi sababli u yorug'lik spektrining ultrabinafsha (UB) sohasidagi fotonlarni o'zlashtira oladi. Bu esa sirt yuzada oksidlanish–qaytarilish reaksiyalarini keltirib chiqarishi mumkin bo'lgan elektron juftlarining hosil bo'lishiga olib keladi. Jahonda birinchi marta Honda va Fujishima ultrabinafsha nurlanish ostida TiO_2 elektrodi orqali suvning fotokatalitik bo'linishi aniqlagan [6]. Bugungi kunda kelib TiO_2 nanozarrachalari toksin chiqindilar [7], organik bo'yoqlar [8] va boshqa turli xil zararli moddalarni [9] suv va CO_2 gacha mineralizatsiyalashda keng qo'llanilmoqda.

Olib borilgan tadqiqotlarning aksariyati shuni ko'rsatadiki, TiO_2 zarrachalarning kristall shakli uning fotokatalitik faolligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Misol uchun, ba'zi tadqiqotchilar anataz rutilga qaraganda yaxshiroq fotokatalitik faollik namoyon qilishini isbotlagan bo'lishsa [10], boshqa tadqiqotchilar esa rutil eng yaxshi fotokatalitik faollikka ega ekanini aniqlashdi [11, 12], yana bir

guruh tadqiqotchilar esa, anataza-rutil aralash fazalarida sinergetik ta’sirlarni [13] mavjudligini takidlashdi.

Bugungi kunga qadar bir qator olimlar tomonidan TiO_2 zarrachalarini sintez qilishning bir qator usullari, shu jumladan gidrotermik, solvotermik va zol-gel usullari o‘rganib chiqilgan. Gidrotermal yoki solvotermik jarayon oddiy va qulay bo‘lsa-da [14, 15], ular odatda yuqori bosim va yuqori harorat sharoitida o‘tkaziladi, bu esa odatda ko‘p energiya va katta xarajatlarni talab qiladi. Bu usullarning kamchiligi bu zarrachalarning hosil bo‘lishi, ularning xossalarini va sintez jarayonini boshqarish qiyinligidadir. Zol-gel usuli esa oddiy, past atmosfera bosimida va past haroratda (hona haroratiga yaqin) o‘tkaziladigan usul [16] bo‘lib, uning yordamida sintez qilinayotgan jarayonni va zarrachalarning shaklini boshqarish mumkin.

Nanozarrachalarning fizik-kimyoviy xossalari ularning kristalligiga, shakliga, hajmiga va dispersliliga bog‘liqligi ko‘plab ilmiy izlanishlarda yoritib berilgan. Shulardan kelib chiqqan holda, ushbu tadqiqotimizda zol-gel usulida etanol va asetonitrildan tarkib topgan aralash erituvchi eritmasidan foydalanib, rombik TiO_2 zarrachalarining sintez jarayoni va sintez parametrlari hamda hosil bo‘lgan mahsulot orasidagi bog‘liqlik o‘rganilgan.

TAJRIBAVIY QISM

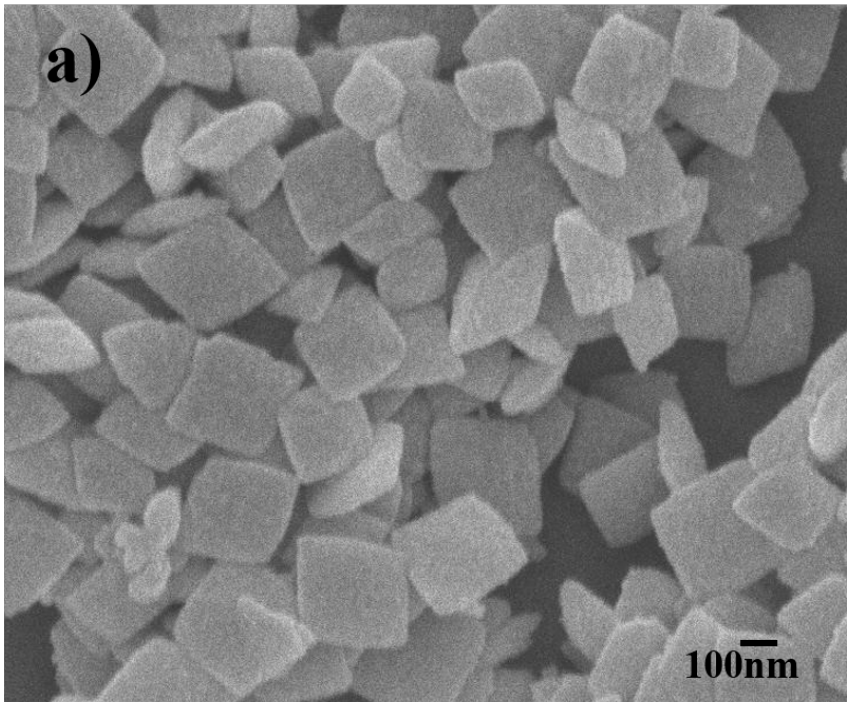
Rombik TiO_2 kolloid zarrachalari zol-gel usulidan foydalangan holda 35^0C haroratda organik erituvchilarda titan tetrabutooksidini gidroliz qilib olindi.

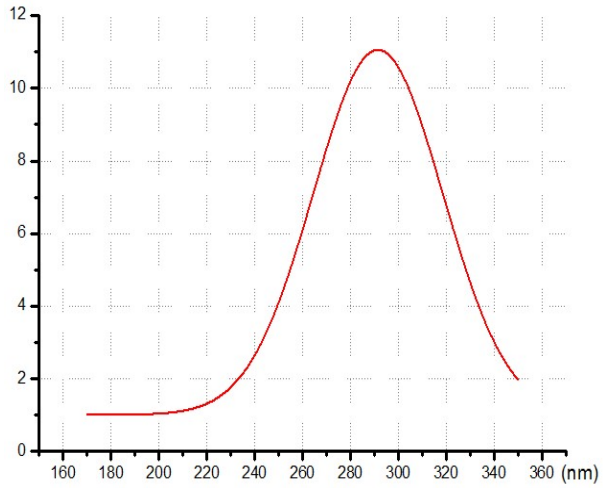
$$Ti(C_4H_9O)_4 + 2H_2O \rightarrow TiO_2 + 4C_4H_9OH$$

Buning uchun dastlab organik erituvchilar etanol va asetonitril 3:1 mol nisbatda olinib konussimon kolbaga solindi. So‘ngra aralashmaga 40 µl distillangan suv solindi, birozdan keyin aralashmaga 1 ml titan tetrabutooksid qo‘shilib magnitli aralashtirgich yordamida 3 soat mobaynida uzluksiz aralashtirildi. Hosil bo‘lgan oq cho‘kma sentrofugadan foydalanib ajratildi, bir necha marotaba etanol va suv yordamida yuvildi. Quritilgan TiO_2 zarrachalari ikki soat davomida 500^0C da termik ishlov berildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Bir xil rombik shakldagi TiO_2 zarrachalari xona haroratida zol-gel usulidan foydalanilgan holda sintez qilindi. Bu jarayon uchun etanol va asetonitril aralashmasi erituvchi sifatida olinib titan alkooksidi gidroliz qilindi. TiO_2 zarrachalarining sintezi ikki bosqichdan iborat bo‘lib, birinchi bosqichda alkooksidning gidrolizi va ikkinchi bosqichda polikondensatsiya jarayoni boradi. Sintez qilingan TiO_2 kolloid zarrachalarining morfologiyasi va xarakteristikalari skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) yordamida o‘rganildi. Olingan natijalardan biri 1-rasmda keltirilgan.

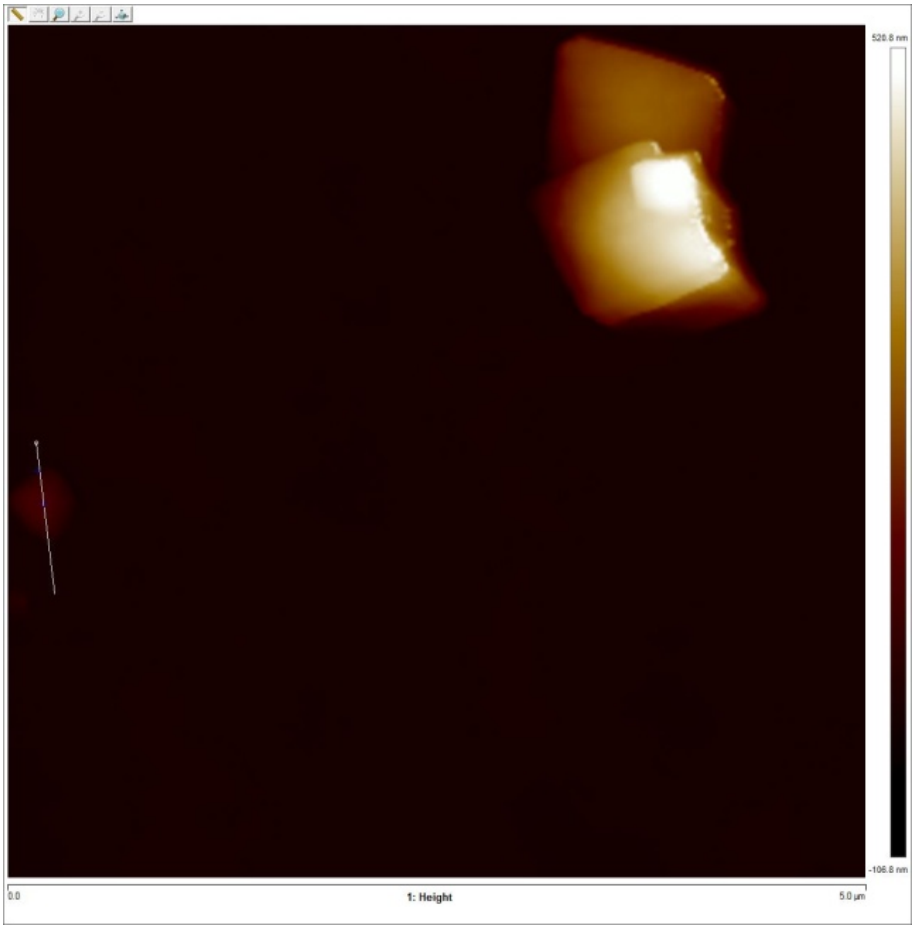


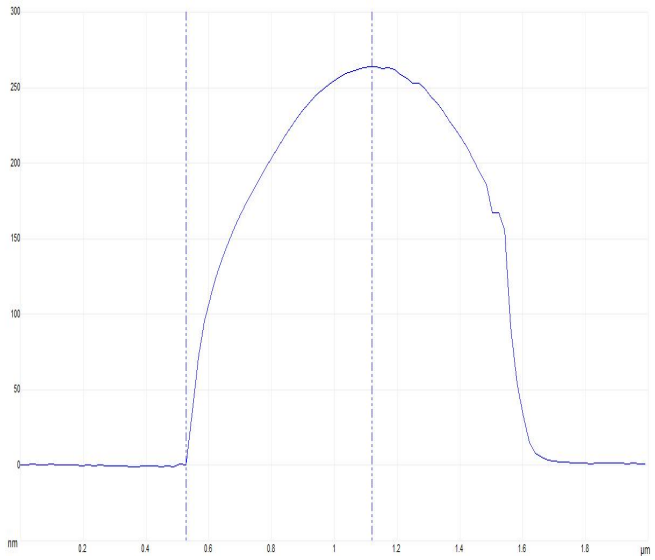


1-rasm. Sintez qilingan TiO_2 zarrachalarining SEM analiz natijasi (a); TiO_2 zarrachalari hajmlarning bo‘lish ehtimoli (b).

1(a)- rasmdan ko‘rinadiki, haqiqatan ham sintez qilingan TiO_2 zarrachalari bir xil shaklga ega. Sintez jarayonida hosil bo‘lgan TiO_2 zarrachalarining hajmlari aniqlanib, ular hajmlarining bo‘lish ehtimoliyatlari 1(b)-rasmda keltirilgan. Olingan natijalar tahliliga asosan sintez qilingan zarrachalar 2D rombik ko‘rinishidagi (2 ta o‘tkir va 2 ta o‘tmas burchakli) sabmikron zarrachalar bo‘lib, ularning hajmlari 250-350 nm ga teng.

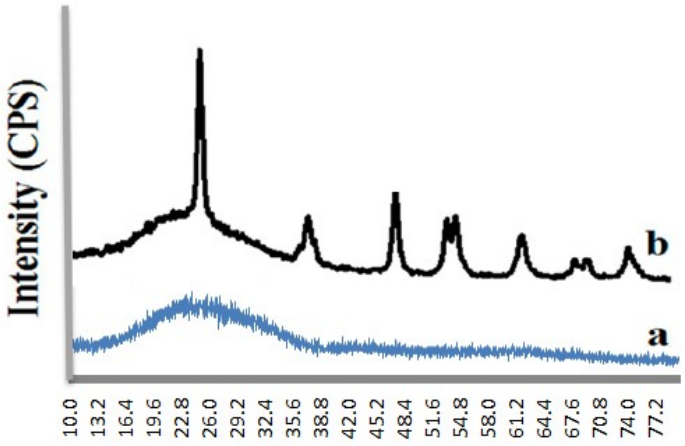
Jarayon davomida sintez qilingan zarrachalarning qalinligi atom kuchi mikroskopiyasi (AKM) yordamida aniqlandi. Shunday natijalardan biri 2-rasmda keltirilgan. AKM usulida olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, ikki o‘lchamli rombik plastikalarning qalinligi 15-30 nm ga teng.





2-rasm. Sintez qilingan TiO_2 zarrachalarining AKM analizi natijasi.

Shuningdek, xona haroratida sintez qilingan nanozarrachalarning kristalligi rentgen difraktometri (XRD) yordamida analiz qilindi. XRD natijalari sintez qilingan zarrachalar amorf ko‘rinishda ekanligini ko‘rsatdi. Nanozarrachalarning fotokatalitik xossalarini asosan anataz va rutil kristall ko‘rinishlarni namoyon qilishi ko‘plab ilmiy ishlarda [17, 18] isbotlangan. Tajribalardan olingan TiO_2 zarrachalari 500^0C da termik ishlov berilgandan so‘ng ular amorf tuzilishidan anataz kristall tuzilishga o‘tdi. Olingan natijalar 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Namunaning difraktogrammasi

XULOSA

Zol-gel usulidan foydalanilgan holda aralash erituvchi (etanol va asetonitril) eritmasida ikki o‘lchamli TiO_2ning rombik tuzilishli kolloid zarrachalari sintez qilindi. Zarrachalarning morfologiyasi va hajmi SEMda, ularning qalinligi esa AKM larda foydalanilgan holda o‘rganildi. Sintez qilingan zarrachalarning hajmi 250-350 nm, qalinligi 15-30 nm ga tengligi qayd etildi.

ADABIYOTLAR (REFERENCES)

1. Wang H, Liu H, Wang S, Li L, Liu X. Appl Catal, B: Environ. 2018; 224:341–349. doi: 10.1016/j.apcatb.2017.10.039.
2. Jawad N, Zareh T, Abir D, Lars Ö, and Rajeev A *ACS Applied Materials & Interfaces* **2013** *5* (17), 8516-8522
3. Tang ZL. Production and environmental treatment of titanium dioxide. Peking: Chem. Ind. Press; 2000 [In Chinese]
4. Z. Yang, D. Choi, S. Kerisit et al., *Journal of Power Sources*, vol. 192, no. 2, pp. 588–598, 2009.
5. M. Yamagishi, S. Kuriki, P.K. Song, Thin Solid Films 442 (2003) 227–231.
6. Fujishima, A.; Honda, K. Electrochemical Photolysis of Water at a Semiconductor Electrode. *Nature* **1972**, *238*, 37–38.

7. Froschl, T.; Hormann, U.; Kubiak, P.; Kucerova, G.; Pfanzelt, M.; Weiss, C. K.; Behm, R. J.; Husing, N.; Kaiser, U.; Landfester, K.; Wohlfahrt-Mehrens, M. Chem. Soc. Rev. 2012, 41, 5313.

8. Kaden, W. E.; Wu, T. P.; Kunkel, W. A.; Anderson, S. L. Science
2009, 326, 826.

9. Liu, L. M.; McAllister, B.; Ye, H. Q.; Hu, P. J. Am. Chem. Soc. 2006, 128, 4017.

10. D.S. Tsoukleris, T. Maggos, C. Vassilakos, P. Falaras, Photocatalytic degradation of volatile organics on TiO2 embedded glass spherules, Catal. Today 129 (2007) 96–101.

11. A. Mills, N. Elliott, G. Hill, D. Fallis, J.R. Durrant, R.L. Willis, Preparation and characterization of novel thick solgel titania film photocatalyst, Photochem. Photobiol. Sci. 2 (2003) 591–596.

12. M.H. Habibi, H. Vosoghian, Photocatalytic degradation of some organic sulfides as environmental pollutants using titanium dioxide suspension, J. Photochem. Photobiol. A 174 (2005) 45–52.

13. J.M. Warson, A.T. Cooper, J.R.V. Flora, Nanoglued titanium dioxide aerogels for photocatalysis, Environ. Eng. Sci. 22 (2005) 666–675.

14.Y.V. Kolen'ko, V.D. Maximov, A.A. Burukhin, V.A. Muhanov, B.R. Churagulov, Synthesis of ZrO2 and TiO2 nanocrystalline powders by hydrothermal process, Mater. Sci. Eng. C 23 (2003) 1003.

15. Hu Y, Ge J, Sun Y, Zhang T, Yin Y. *Nano Lett.* 2007;**7**:1832–1836. doi: 10.1021/nl0708157.

16. Macwan, D. P., Dave, P. N., & Chaturvedi, S. (2011). A review on nano-TiO_2 sol-gel type syntheses and its applications. Journal of Materials Science, 46(11), 3669-3686. doi:10.1007/s10853- 011-5378-y

17. Coronado D R, Gattorno G R, Pesqueira M E E, Cab C, Coss R D and Osbam G 2008 Phase-pure TiO2 nanoparticles: anatase, brookite and rutile Nanotechnology 19 145605

18. Ismail A A and Bahnemann D W 2011 Mesoporous titania photocatalysts: preparation, characterization and reaction mechanisms J. Mater. Chem. 21 11 686–707.