

**FOTOKATALIZATORLAR YORDAMIDA ORGANIK MODDALAR
FOTODEGRADATSIYASI**

Sultonov Kamoliddin Norbo'ta o'g'li
Jizzax davlat pedagogika universiteti

MAQOLA MALUMOTI

MAQOLA TARIXI:

Received: 19.12.2025

Revised: 20.12.2025

Accepted: 21.12.2025

ANNOTATSIYA:

Ushbu sharhiy maqolada titan dioksidi yordamida turli xil zararli organik moddalar fotodegradatsiyasi va xususiyatlari o'rganilgan va tahlil qilingan.

KALIT SO'ZLAR:

*titan dioksidi, fenol
fotodegradatsiyasi, metilen
ko'ki, sol-gel, fotokatalizator.*

XXI-asrdagi eng muhim vazifa atrof-muhitning tobora ortib borayotgan ifloslanishiga qarshi kurashishdir. Hozirgi kunda dunyo u yoki bu ko'rinishda atrof-muhit ifloslanishining saraton o'chog'ida bo'lib, ulardan suvning ifloslanishi birinchi navbatda. Kimyoviy sanoat insoniyat tsivilizatsiyasida muhim rol o'ynaydi, ammo keng qamrovli antropogen va sanoat faoliyati atrof-muhitga ko'plab ekotizimlarga potentsial zarar etkazadigan katta miqdordagi kimyoviy moddalarni kiritdi. Boshqa barcha ifloslantiruvchi moddalar orasida bo'yoqlar, pestitsidlar, sirt faol moddalar, xloro-organiklar va boshqalar suv ifloslantiruvchilarining muhim sinflari bo'lib, atrof-muhit ifloslanishining asosiy manbaiga aylanadi. Hozirgi kunda ko'plab tadqiqotlar oqava suvlarni tozalashga qaratilgan. Amaldagi organik birikmalarning murakkabligi va xilma-xilligi tufayli barcha turdagi organik ifloslantiruvchi moddalarni samarali yo'q qilishni to'liq qamrab oladigan noyob davolash usulini topish qiyin bo'ldi. Flokulyatsiya, teskari osmos va faol ko'mirda adsorbsiya kabi jismoniy usullar buzilmaydi va faqat ifloslantiruvchi moddalarni boshqa muhitlarga o'tkazadi; shunday qilib, ikkilamchi ifloslanishni keltirib chiqaradi [1].

Geterogen yarimo'tkazgichli fotokataliz [2, 3] keng o'rganilgan va u ko'p miqdordagi organik ifloslantiruvchi moddalarni parchalash uchun istiqbolli yondashuv hisoblanadi, chunki u iqtisodiy jihatdan ham samarali hisoblanadi. Fotokataliz qayta tiklanadigan energiya manbalarini yaratish sohasida, shuningdek, atrof-muhitni tozalash uchun yaxshi imkoniyatlarni topadi. Yarimo'tkazgichga asoslangan fotokataliz atrof-muhitni muhofaza qilish uchun keng qamrovli o'rganilgan va tozalash jarayoni ekanligi

ko'rsatilgan [4-5]. Geterogen fotokataliz ilg'or oksidlanish jarayonlarining (AOP) bir qismidir va bu ifloslantiruvchi moddalarning parchalanishi va chiqindi suvlarni tozalash uchun katta potentsial jarayondir [6-7]

Uglevodorodlar. TiO_2 uglevodorodlari (anataza shaklida) geptan oksidlanishida fotokatalizator sifatida ishlatiladi [8]. Platina yuklangan TiO_2 ishtirokida oksidlovchi sifatida suvdan foydalangan holda aromatik halqaning fotokatalitik gidroksillanishi [9]. Qo'llab-quvvatlanadigan TiO_2 katalizatoridan foydalanish so'nggi yillarda suv va havodagi organik ifloslantiruvchi moddalarning fotokatalitik degradatsiyasiga potentsial qo'llanilishi tufayli kimyogarlarning e'tiborini tobora ko'proq jalb qilmoqda. Shuningdek, adsorbentlardan TiO_2 ni qo'llab-quvvatlash sifatida foydalanish maqsadli moddalarni olib tashlash yoki parchalash uchun yaxshi muhitni ta'minlashi haqida xabar berilgan [10-11].

Tang

Fenol fotodegradatsiyasi. So'nggi paytlarda fenolni samarali tozalash uchun adsorbsiya va biologik jarayonlar kabi bir qancha texnologiyalar qo'llanildi. Shu bilan birga, oqava suvlarning sifati atrof-muhit muhofazasiga erishish uchun tobora qattiqroq talablar qo'ymoqda. Bundan tashqari, adsorbsiya va koagulyatsiya kabi texnologiyalar ifloslantiruvchi moddalarni faqat boshqa fazalarga o'tkazishi mumkin va ularni butunlay yo'q qila olmaydi. Sedimentatsiya, filtrlash, kimyoviy va membrana texnologiyalari kabi boshqa usullar yuqori operatsion xarajatlarga ega va/yoki tozalash jarayonida ikkilamchi zaharli ifloslantiruvchi moddalar hosil qiladi; masalan, xlrlash natijasida hosil bo'ladigan qo'shimcha mahsulotlar mutagen va kanserogen birikmalardir.

Bundan tashqari, yuqorida aytib o'tilgan usullar hali sifat mezonlariga javob beradigan yetarli samaradorlikni namoyish etmagan va vaqt o'tishi bilan oqava suvlarda paydo bo'ladigan biologik parchalanmaydigan organik ifloslantiruvchi moddalarni hosil qiladi. Shuning uchun bu muammolarni hal qilish uchun muqobil usullar talab qilinadi. So'nggi paytlarda ilg'or oksidlanish jarayonlari (AOP) fenolni olib tashlash uchun katta e'tibor qaratilayotgan optimal alternativ usullardir. Fotokatalizning asosiy printsipi katalizatorlar UV nurlari bilan qo'zg'atiladi va natijada elektronlar va teshik kislorod va/ yoki suv bilan reaksiyaga kirishib, OH kabi yuqori oksidlovchi erkin radikallarni hosil qiladi. Keyin suvdagi ifloslantiruvchi moddalar gidroksil radikallari tomonidan karbonat angidrid va suv shakllariga parchalanadi.

Amaldagi yarimo'tkazgichli katalizator turi fotokatalitik jarayonning samaradorligida muhim rol o'ynaydi. TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 , CdS , GaP va ZnS yarimo'tkazgichli katalizatorlar bo'lib, ular ko'pincha fotokatalitik ishlov berishda qo'llaniladi. Ular orasida titan dioksidi (TiO_2) fotokoroziv va toksik bo'lmagan tabiati, kuchli oksidlanish qobiliyati va yuqori kimyoviy barqarorligi tufayli keng qo'llaniladi. Bundan tashqari, TiO_2 avvalgi tadqiqotlarda ham eng faol katalizator ekanligini ko'rsatdi. Fenolning parchalanishi uchun fotokatalizning samaradorligi keng o'rganilgan. Ko'pgina tadqiqotlar

fenolni karbonat anhidrid va suvga yo'q qilish mumkinligini ko'rsatdi. Bundan tashqari, fenolning fotodegradatsiyasida hosil bo'lgan oraliq mahsulotlarning ba'zilari boshqa alifatik va kislotali birikmalar bilan bir qatorda gidroksinon, rezorsin va katexol (asosiy yon mahsulotlar) ekanligi aniqlangan.

Hosil bo'lgan qo'shimcha mahsulotlarga asoslanib, fenolning umumiy fotodegradatsiya yo'llari boshqalar tomonidan taklif qilingan. Shu bilan birga, fotokatalitik jarayon davomida hosil bo'lgan oraliq mahsulotlarda, ayniqsa, tijorat TiO_2 dan foydalanishda hozirgacha aniqlik yetarli emas. Bundan tashqari, oraliq mahsulotlarning aniq identifikatsiyasi, shuningdek, fenolning fotodegradatsiya yo'llari uning hosilalari degradatsiyasini o'rganish uchun foydalidir.

Kengaytirilgan Oksidlanish jarayonlaridan biri bo'lgan geterogen fotokataliz katalizator ishtirokida suvli eritmadagi eng zaharli organik molekulalarning umumiy degradatsiyasiga (minerallashuviga) imkon beradi. Bu jarayonlar gidroksil radikallari hosil bo'lishiga asoslangan (Okamoto va boshq. 1985; Serpone, 1996) [4]. Bu tur yuqori reaktivligi tufayli kuchli oksidlovchi hisoblanadi. U beqaror va kimyoviy yoki fotokimyoviy reaksiyalar orqali doimiy ravishda in situ ishlab chiqarilishi kerak (Andreozzi va boshqalar, 1999; Chiron va boshq., 2000; Galze va boshq., 1992 [12]; Safarzadeh Amiri va boshqalar, 1996).

Geterogen fotokataliz katalizator sifatida ishlatiladigan yarimo'tkazgichga asoslangan bo'lib, u ultrabinafsha nurlar bilan faollashadi. Titan dioksidining anataza shakli yuqori faolligi tufayli asosan katalizator sifatida ishlatiladi. Fotokatalitik jarayon ultrabinafsha nurlar to'lqin uzunligi 400 nm bo'lgan titan dioksidini qo'zg'atishdan iborat bo'lib, elektron teshik juftlari hosil bo'ladi. Gidroksil radikallari organik quvvatniparchalashi mumkin bo'lgan teshik orqali hosil bo'ladi. chiqindi suvlarda mavjud bo'lgan iflos moddalar. Havodan ta'minlangan kislorod (tizim aralashtiriladi), erigan holda hosil bo'lgan elektronni tozalaydi, elektronlar valarning rekombinatsiyasini oladi.

Metilen ko'ki fotodegradatsiyasi. Hozirgi kunda ko'plab tadqiqotlar oqava suvlarni tozalashga qaratilgan. Amaldagi organik birikmalarning murakkabligi va xilma-xilligi tufayli barcha turdagi organik ifloslantiruvchi moddalarni samarali yo'q qilishni to'liq qamrab oladigan noyob davolash usulini topish qiyin bo'ldi. Biologik parchalanmaydigan organik kimyoviy moddalarni olib tashlash muhim ekologik muammodir. Bo'yoqlar to'qimachilik sanoatida ishlatiladigan sintetik organik birikmalarning muhim sinfidir va shuning uchun keng tarqalgan sanoat ifloslantiruvchi moddalardir. iflos chegarasini ko'rinadigan hududga siljitish kerak. 360 - Zamonaviy bo'yoqlarning barqarorligi tufayli sanoat oqava suvlarini an'anaviy biologik tozalash usullari samarasiz bo'lib, ko'pincha tozalash inshootlaridan intensiv rangli oqizishga olib keladi. Yarim o'tkazgich zarralari orqali heterojen fotokataliz global atrof - muhitni Konstantinou va Albanis, 2004) [17], TiO_2 semikonduktiv hayotiy siqilishi mintaqasida quyosh spektrining kichik qismini o'zlashtiradi (TiO_2 ning tarmoqli bo'shlig'i energiyasi 3,2 eV).

Shunday qilib, maksimal quyosh energiyasini yig'ish uchun 380 nm gacha bo'lgan to'lqin uzunligi ostida TiO_2 yarimo'tkazgichning yorug'lik qo'zg'alishi mos ravishda va valentlik zonalarida elektronlar va teshiklarni hosil qiladi. o'tkazuvchanlik Ko'rinadigan yorug'lik bilan yoritilgan bo'yoq bilan o'zgartirilgan TiO_2 dispersiyasida rang beruvchi moddalarning parchalanishi uchun ma'lum qilingan bo'yoq sensibilizatsiyasi rangsiz suv poundli ifloslantiruvchi moddalarni parchalash uchun ham ishlatilishi mumkin (Chatterjee va Mahata, 2001; Chatterjee, 2004) [76]

Yaqinda bir qator tadqiqotlar o'tkazildi. UV - A yoki ko'rinadigan yorug'lik ta'sirida bo'yoqning heterojen fotokatlitik parchalanish holati (Oliveyra - Kampos, 2003; Konstantinou va Albanis, 2004; Gomes va boshq., 2000; [18] Peralta - Zamora va boshq. 1998; Alaton va boshq., 2002) [19]. Oksidlanish jarayoni, shuningdek, sun'iy nurlanish (Goncl-) yordamida dastgoh shkalasida ko'plab turdagi azo - bo'yoqlarni rangsizlantirish va minerallashtiradi. tashlash uchun fotokatlitik (TiO_2 / h) degradatsiyasi bilan bog'liq. Nurlanish manbalari sifatida volfram halogeni, lyuminestsent yorug'lik va quyosh nurlari ishlatilgan. Quyosh nuridan UV energiya manbai sifatida foydalanish ekologik nuqtai nazardan foydalidir. Bo'yoqning fotooksidlanish tezligining quyidagi parametrlarga bog'liqligi: bo'yoqning dastlabki konsentratsiyasi; nurlanish vaqti; nurlanish intensivligi ham tekshirildi.

Metall ionlari mavjud bo'lganda, fotokatlitik reaksiyalarning samaradorligi zaryad tashuvchilarni ajratish va kislorodni kamaytirish tezligini yaxshilash orqali oshirilishi mumkin. TiO_2 nanokristallari fotokatlitik faolligi tufayli katta e'tiborni tortdi. Ilgari tadqiqotchilar ultrabinafsha nurlar ostida TiO_2 elektrodida suvning fotokatlitik xususiyatlari, TiO_2 nanozarralarini tayyorlashning ko'plab sintez usullari va ularni atrof-muhit va energiya sohalarida, asosan, So'nggi yillarda TiO_2 ning nozik nanozarralari yorug'lik materiali, quyosh batareyasi va suv va organik birikmalarning fotolizi va bakteritsid ta'siri uchun fotokatlizator kabi ustun yarim o'tkazgich sifatidagi noyob xususiyatlari tufayli katta e'tiborni tortib keladi. Ushbu sharhda TiO_2 nanokompozitlari yordamida fenol fotodegradatsiyasi xususiyatlari ko'rib chiqildi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. C. Belvar, R. Bellod, A. Fuerte, M. F. Garcia, Nitrogen-containing TiO_2 photocatalysts: Part 1. Synthesis and solid characterization, // Journal of Appl. Catal. B: Environ., -2006.- No65.-P.301- 308.
2. A. L. Linsebigler, G. Lu, J. T. Yates, Photocatalysis on TiO_2 surfaces: Principles, mechanisms, and selected results, // Journal of. Chem. Revs., -1995-No95-P.735-758.
3. N. Serpone, Brief introductory remarks on heterogeneous photocatalysis, //Journal of Solar Energy Mater. Solar Cells, -1995-No38-P.369-379.

- =====
- 4.S.C.Ameta, R. Ameta, J. Vardia, R. Ameta, Z. Ali, Photocatalysis: A Frontier of Photochemistry, // Journal of. Indian Chem. Soc.,-1999.-T.76.-No6 –P.281-287.
 - 5.Y.Cho, W.Choi, Visible light-induced reactions of humic acids on TiO₂, // Journal of. 2 Photochem. Photobiol.,-2002.-No148–P.129-135.
 - 6.S.C.Ameta, R. Chaudhary, R. Ameta, J. Vardia, Photocatalysis: A Promising technology for wastewater treatment, // Journal of. Indian Chem. Soc.,-2003,-T.80 -No4. - P.257-265.
 - 7.Y. Cho, W. Choi, C. H. Lee, T. Hyeon, H. I. Lee, Visible light-induced degradation of carbon tetrachloride on dye-sensitized TiO₂, // Journal of Environ. Sci. Technol., -2001. - No35. –P.966-2970.
 - 8.M. N. Chong, B. Jin, C. W. K. Chow, C. Saint, Recent developments in photocatalytic water treatment technology: // Journal of Water Res.-2010.-No44–P.2997-3027.
 - 9.I. Bouzaida, C. Ferronato, J. M. Chovelon, M. E. Rammah, J. M. Herrmann, Heterogeneous photocatalytic degradation of the anthraquinonic dye, acid blue 25 (AB25):A kinetic approach, //Journal of Photochem. Photobiol.,-2004.-No168–P.23-30.
 10. J. Herrmann, F. Jansen, R. A. Van Santen (Eds.), Water treatment by heterogeneous Photocatalysis, Catalysis Science Series, Vol. 1, Chapter 9, // Journal of Imperial College Press, London, -1999-P.171–194.
 11. J. M. Hermann, Heterogeneous photocatalysis: Fundamentals and applications to the removal of various types of aqueous pollutants, // Journal of Catal. Today, -1999. -No53– P.115-129.
 12. J. Shang, Y. Du, Z. Xu, Photocatalytic oxidation of heptane in the gas-phase over TiO₂, // Journal of Chemosphere,-2002-No46.-P.93-99.
 13. H. Park, W. Choi, Photocatalytic conversion of benzene to phenol using modified TiO₂ and polyoxometalates, // Journal of Catal.Today,-2005-No101.-P.291-297.
 14. T. Torimoto, S. Ito, S. Kuwabata, H. Yoneyama, Effects of adsorbents used as supports for titanium dioxide loading on photocatalytic degradation of propylamide, // Journal of Environ. Sci. Technol.,-1996-No30–P.1275-1281
 15. A. Tang, Y. Xiao, J. Ouyang, S. Nie, Preparation, photocatalytic activity of cuprous oxide nano- crystallites with different sizes, // Journal of. Alloys and Comp.,-2008-No457 – P.447-451.