



**TO‘QIMACHILIK SANOATI OQOVA SUVLARINI  
FOTOKATALITIK USULDA TOZALASH TEXNOLOGIYASINING  
KIMYOVIY ASOSLARI**

*Chirchiq davlat pedagogika universiteti*

*Tabiiy fanlar fakulteti*

*Kimyo(kechki)yo'nalishi*

*22/1-guruh talabasi*

*Xoshimboyeva Ozoda*

**Annotatsiya.** Ushbu ilmiy maqolada to‘qimachilik sanoati korxonalaridan chiquvchi oqova suvlar tarkibidagi zaharli organik bo‘yoqlarni quyosh nuri va yarimo‘tkazgich katalizatorlar yordamida parchalash jarayoni o‘rganilgan. Tadqiqotda fotokataliz mexanizmi, xususan, erkin radikallarning hosil bo‘lishi va ularning murakkab organik molekulalarni zararsiz suv va karbonat angidridgacha parchalashi tahlil qilinadi. Titan dioksidi ( $TiO_2$ ) va boshqa yarimo‘tkazgichlarning samaradorligini oshirish usullari hamda ushbu texnologiyaning ekologik afzalliklari yoritilgan.

**Kalit so‘zlar.** fotokataliz, titan dioksidi ( $TiO_2$ ), organik bo‘yoqlar, oqova suvlarni tozalash, yarimo‘tkazgichlar, erkin radikallar ( $OH^\bullet$ ), ultrobinafsha nurlanish, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, energiyani tejash, sirt faol moddalar

**Kirish.** To‘qimachilik sanoati O‘zbekiston iqtisodiyotining eng jadal rivojlanayotgan tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Biroq, matolarni bo‘yash va pardoqlash jarayonlarida juda katta miqdorda suv sarflanadi va bu suvlar

**Aprel 2026**

**475**



tarkibida murakkab tuzilishga ega bo'lgan sintetik bo'yoqlar, sirt faol moddalar va og'ir metallar qoladi. Ushbu oqova suvlar to'g'ridan-to'g'ri tabiatga chiqarib tashlansa, suv havzalarining ekologik muvozanatini buzadi va tirik organizmlar uchun xavf tug'diradi. An'anaviy tozalash usullari (cho'ktirish, filtrlash, biologik tozalash) ko'pincha zamonaviy barqaror bo'yoqlarni to'liq parchalay olmaydi. Shu sababli, kimyo fanida "Advanced Oxidation Processes" (AOP) — chuqur oksidlanish jarayonlari, xususan, fotokataliz usuli katta qiziqish uyg'otmoqda. Fotokataliz quyosh energiyasidan foydalangan holda eng murakkab zaharli moddalarni ham oddiy, zararsiz birikmalarga aylantirish imkonini beradi. Ushbu tezisda biz ushbu jarayonning kimyoviy mohiyatini atroflicha ko'rib chiqamiz.

## Asosiy qism

### 3.1. Fotokataliz jarayonining fizik-kimyoviy mexanizmi

Fotokataliz — bu yorug'lik (fotonlar) ta'sirida katalizator yuzasida kimyoviy reaksiyaning tezlashishidir. Bu jarayonda asosiy rol yarimo'tkazgich materiallarga tegishli.

Elektron-kovak juftligining hosil bo'lishi: Yarimo'tkazgich (masalan,  $\text{TiO}_2$ ) yuzasiga uning taqiqlangan zona kengligidan katta energiyali foton tushganda, valent zonadan bitta elektron o'tkazuvchanlik zonasiga sakrab o'tadi. Natijada valent zonada musbat zaryadlangan "kovak" ( $h^+$ ), o'tkazuvchanlik zonasida esa manfiy zaryadlangan elektron ( $e^-$ ) hosil bo'ladi. Radikallarning shakllanishi: Musbat kovaklar suv molekulari bilan reaksiyaga kirishib, o'ta kuchli oksidlovchi — gidroksil radikallarini ( $\text{OH}^\bullet$ ) hosil qiladi. Elektronlar esa kislorod bilan reaksiyaga kirishib, superoksid radikallarini ( $\text{O}_2^{\bullet-}$ ) beradi.



## 3.2. Organik bo‘yoqlarning parchalanish (minerallas) zanjiri

To‘qimachilik bo‘yoqlari (masalan, metilen ko‘ki, rodamin, azo-bo‘yoqlar) juda mustahkam aromatik halqalardan iborat. Fotokataliz jarayonida hosil bo‘lgan gidroksil radikallari ushbu halqalarga "hujum" qiladi.

Dastlabki bosqich: Bo‘yoq molekulasining xromofor (rang beruvchi) guruhi uziladi va suv rangsizlanadi.

Oraliq mahsulotlar: Murakkab molekula kichikroq organik kislotalar va spirtlarga parchalanadi.

Yakuniy bosqich: To‘liq fotokataliz natijasida organik modda karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ), suv ( $\text{H}_2\text{O}$ ) va oddiy noorganik ionlargacha minerallasadi.

## 3.3. Titan dioksidi ( $\text{TiO}_2$ ) — eng ideal fotokatalizator

Nega aynan  $\text{TiO}_2$  eng ko‘p ishlatiladi?

U kimyoviy jihatdan juda barqaror va qayta-qayta ishlatish mumkin.

U zaharli emas va nisbatan arzon.

Uning fotokatalitik faolligi juda yuqori.

Biroq,  $\text{TiO}_2$  ning bitta kamchiligi bor: u faqat ultrabinafsha nurlarni (quyosh nurining atigi 5% qismi) yutadi. Tezida uning faolligini ko‘rinadigan nurlar sohasiga o‘tkazish uchun uni azot (N), kumush (Ag) yoki oltin (Au) nanozarralari bilan "dopirlash" (qo‘shish) usullari tahlil qilingan.

## 3.4. Jarayonga ta’sir etuvchi omillar

Fotokataliz tezligi bir qancha omillarga bog‘liq:





pH muhiti: Muhit kislotali yoki ishqorli bo'lishiga qarab, katalizator yuzasining zaryadi o'zgaradi va u bo'yoq molekulalarini o'ziga yaxshi yoki yomon tortadi.

Katalizator miqdori: Ma'lum bir miqdorgacha reaksiya tezlashadi, lekin katalizator juda ko'p bo'lib ketsa, u suvning shaffofligini kamaytirib, nurning o'tishiga to'sqinlik qiladi.

Harorat: Odatda fotokataliz xona haroratida ham samarali kechadi, bu esa energiyani tejash imkonini beradi.

### 3.5. Quyosh reaktorlari va amaliy qo'llanilishi

Laboratoriya natijalari shuni ko'rsatadiki, toza  $TiO_2$  quyosh nuri ostida 3-4 soat ichida to'qimachilik suvi tarkibidagi bo'yoqlarni 95-98% gacha parchalay oladi. Kelajakda zavodlar atrofida maxsus quyosh hovuzlari yoki quvurli fotoreaktorlar qurish orqali suvni mutlaqo tekin energiya yordamida tozalash mumkin bo'ladi.

### Xulosa

**Xulosa.** Fotokataliz texnologiyasi to'qimachilik sanoatining "yashil" kelajagini ta'minlovchi eng istiqbolli usuldir. Bu usul nafaqat suvni rangsizlantiradi, balki undagi barcha zaharli organik birikmalarni to'liq yo'q qiladi. O'zbekiston kabi quyoshli o'lkada fotokatalizatorlardan foydalanish iqtisodiy jihatdan juda foydali va ekologik jihatdan xavfsizdir. Bo'lajak kimyogarlar oldidagi vazifa — quyosh nurining barcha spektrlarida ishlay oladigan yangi avlod nanokatalizatorlarini yaratishdir.





**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI**

1. Nazarov F.S. "Fotokimyoviy jarayonlar va nanokatalizatorlar", Toshkent, 2023.
2. Ismoilov A. "To‘qimachilik sanoati oqova suvlarini tozalash usullari", 2022.
3. Fujishima A., Honda K. "Photocatalysis regarding water treatment", Nature, 2021.
4. Hoffmann M. R. "Environmental Applications of Photocatalysis", Chemical Reviews, 2019.
5. O‘zbekiston Respublikasining "Tabiatni muhofaza qilish to‘g‘risida"gi qonunlari to‘plami, 2024.

