



## ATSETALDEGIDDAN ETILATSETATNING KATALITIK SINTEZI

Atoyeve Rayhon Anvar qizi

NavDU, Kimyo yo'nalishi 1- bosqich talabasi

Omanov Behruzjon Shurat o'g'li

Ilmiy rahbar: NavDU, Kimyo Kafedrasi professor v.b., t.f.(PhD)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17802517>

### ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 25-noyabr 2025 yil

Ma'qullandi: 28-noyabr 2025 yil

Nashr qilindi: 30-noyabr 2025 yil

### KEYWORDS

*Etilatsetat, atsetaldegid, mis katalizatorlari, oksidlovchi kandeysatsiya, estirifikatsiya, gererogen kataliz, Cu-Zn oksidi, Cu-Cr oksidi, kinetika, selektivlik.*

### ABSTRACT

*Ushbu maqolada mis asosidagi katalizatorlar ishtirokida atsetaldegiddan etilatsetat sintezi jarayonining sanoat ahamiyati, reaksiyaning kimyoviy mexanizmi, katalizatorlarning fizik-kimyoviy tavsifi, ularning aktiv markazlari va selektivlik xususiyatlari atroflicha yoritildi. Shuningdek, jarayonning texnologik parametrlari, energiya sarfi, yon mahsulotlarning hosil bo'lish mexanizmi, katalizatorning deaktivatsiya jarayonlari va regeneratsiya usullari keng tahlil qilindi. Etilatsetat ishlab chiqarish sanoati uchun ushbu usulning afzalliklari va takomillashtirish imkoniyatlari ko'rib chiqildi.*

Etilatsetat organik kimyo sanoatida eng muhim erituvchilardan biri bo'lib, uning yillik global ishlab chiqarish hajmi bir necha million tonnaga yetadi. U lak-bo'yoq materiallari, polimerlar, farmatsevtika, oziq-ovqat aromatik birikmalari, toshbosma sanoati va kimyoviy sintez jarayonlarida keng qo'llaniladi. Etilatsetat ishlab chiqarishning uchta asosiy yo'li mavjud: etanolning asetat kislotasi bilan esterifikatsiyasi, etanolning oksidlovchi dehidrogenizatsiyasi va atsetaldegidning mis asosidagi katalizatorlarda o'zaro kondensatsiyasi. Shulardan eng samaralisi — atsetaldegidning Cu, Cu-Cr yoki Cu-Zn oksid katalizatorlarida oksidlovchi kondensatsiyasi deb hisoblanadi. Ushbu jarayon past energiya sarfi, yuqori selektivlik va arzon xomashyo bilan ajralib turadi. Mis katalizatorlari o'zining barqarorligi, qayta tiklanish qulayligi va ekologik xavfsizligi bilan sanoat texnologiyasi uchun juda muhim ahamiyatga ega.

**Tajriba va muhokama qismi.** Tadqiqot doirasida sanoatda qo'llaniladigan bir nechta mis asosidagi katalizatorlar tahlil qilindi:

(1) CuO — yuqori oksidlovchi qobiliyatga ega bo'lgan klassik katalizator,

(2) Cu-Cr oksidi — xrom oksidi mavjudligi sababli yuqori issiqlik barqarorligi va selektivlikni ta'minlaydi,

(3) Cu-Zn oksidi — aldegidlarni yumshoq sharoitda aktivlashtirish xususiyatiga ega,

(4) Cu/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> va Cu/SiO<sub>2</sub> — tashuvchi asosidagi dispers mis oksidi variantlari.

Katalizatorlar quyidagi usullar orqali tavsiflandi: BET usulida sirt maydonini aniqlash, XRD yordamida faza tarkibini baholash, XPS orqali oksidlanish darajasi va elektron zichligini aniqlash, hamda FTIR orqali adsorbsion markazlarni o'rganish. Har bir katalizator uchun reaksiyon kinetika 120–250 °C diapazonda o'lchandi.

Olingan ma'lumotlar mis asosidagi katalizatorlarning aldehidlarni adsorbsiyalash va aktivlashtirish qobiliyati ularning strukturasi, oksidlanish darajasi va sirt markazlarining tabiatiga bog'liqligini ko'rsatdi. CuO katalizatori aldegidlarni kuchli oksidlab yuborishi natijasida yon mahsulotlar — sirka kislotasi va krotonaldegid nisbatan ko'proq hosil bo'ladi. Cu-Cr oksidi esa  $Cu^{2+}$  markazlarini barqarorlashtirib, aldehidlarning kontrollangan aktivlanishiga imkon beradi va selektivlikni 90% gacha oshiradi. Cu-Zn oksidida ZnO mavjudligi katalizator sirtidagi kuchsiz Bronsted markazlarini hosil qilib, reaksiyani yumshoq sharoitda olib borish imkonini beradi.

Katalizator yuzasida kechadigan jarayonlar:

Mis asosidagi katalizatorlarda atsetaldegning aktivlanishi Liwes kislota ( $Cu^{+2}$ ) va Bronsted asosiy ( $O^{2-}$ ) markazlari orqali amalga oshadi. Bu markazlarning birgalikda ishlashi oksidlovchi kondetsatsiya jarayonini tezlashtiradi.

Katalizator faoligiga ta'sir qilivchi omillar:

- Dispersiya darajasi
- BET sirt maydoni
- Mis oksidning oksidlanish darajasi
- Tashuvchi marerial xususiyatlari

Katalizator deaktivatsiyasi:

- kokslanish
- sirt sinterlanishi
- $Cu^{+2}/Cu^{2+}$  nisbatining buzilishi sabab bo'ladi.

Zamonaviy innovatsiyalar :

- Nanostrukturalangan CuO katalizatorlari
- $Al_2O_3$  va  $SiO_2$  asosidagi tashuvchilar
- DFT hisoblash modellari yordamida optimallashtirilgan jarayonlar

Katalizator tabiati :

Atsetaldegiddi oksidlovchi kondendensatsiya orqali etilatsetatga aylantirishda qo'llanadigan asosiy misli katalizatorlar:

1. CuO (mis okid) Aktiv sirt markazlari yuqori . Aldegidni adsorbsiya va aktivlantirishda samarali.

2. Cu-Zn oksid katalizatori. Yumuqroq sharoitlarda samarali. Aldegidning ortiqcha oksidlanishini kamaytiradi. Aktiv markazlar soni yuqori.

3. Cu-Cr oksid katalizatori. Eng ko'p ishlatiladigan sanoat varianti. Misning oksidlanish - qaytarilish sikllarini barqarorlashtiradi. Selektivlik 80-90% . Yuksak termal barqarorlik.

4. Tashuvchili katalizatorlar:

Cu/ $Al_2O_3$

Cu/ $SiO_2$

Cu/ $ZrO_2$

Bular katalizatorlarning dispersiyasini va xizmat muddatini oshiradi.

Reaksiya oksidlovchi kondensatsiya mexanizmi asosida amalga oshadi. Reaksiya quyidagi bosqichlardan iborat:

- 1) Atsetaldegidning CuO sirtidagi  $Cu^{2+}-O^{2-}$  markazlari bilan adsorbsiyasi.
- 2) Aldegidning proton ajratib, sirt alkoksid kompleksiga aylanishi.
- 3) Ikkinchi  $CH_3CHO$  molekulasi bilan nukleofil hujum orqali kondensatsiya sodir bo'ladi.

- 4) Etilatsetat hosil bo'ladi va katalizator sirtidan desorbsiyalanadi.  
5) CuH shakllanishi va kislorod ishtirokida CuO holatiga qaytishi katalitik siklni davom ettiradi.

Kinetik va termodinamik xususiyatlar;

- Reaksiya endotermik xarakterga ega
- Kislorod mavjudligi katalizatorning faol siklini tiklaydi
- Reaksiya tezligi katalizatorlarning sirt maydoniga bog'liq
- Aldegid konsentratsiyasi oshishi yon reaksiyalarni kuchaytiradi

Kinetik tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, jarayon 1-darajali kinetikaga yaqin.

Bu jarayonlar hozirgi kunda bir qancha kimyo zavodlarida qo'llanadi:

Afzalliklari: Xomashyo arzon (asetalaldegid); Katalizatorlar arzon va barqaror; Selektivlik yuqori; Yuqori siklli jarayon- ekologik xavfsiz.

Kamchiliklari: Katalizatorning zaharlanishi (krotonaldegid, namlik);

yuqori haroratda yon reaksiyalar kuchayadi;

Cu-Cr katalizatorlari ekologik cheklovlarga ega.

Reaksiya sharoitlari quyidagicha aniqlangan: 150–200°C haroratda jarayon eng yuqori selektivlik bilan kechadi. Bosim 1–5 bar atrofida saqlanadi. Katalizator tarkibidagi faol Cu<sup>2+</sup> markazlarining ulushi 30–45% bo'lganda reaksiyon faollik maksimal darajaga yetadi. Yuqori haroratda krotonaldegid hosil bo'lishi ortadi, bu esa selektivlikni pasaytiradi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, mis asosidagi katalizatorlarning samaradorligi sirtning strukturasiga, uning aktiv markazlarining tabiatiga va oksidlanish-qaytarilish sikllarining tezligiga bog'liq. Cu–Cr oksidining eng muvaffaqiyatli bo'lishi Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ning CuO dispersiyasini oshirishi va elektron zichligining qayta taqsimlanishi bilan izohlanadi. Deaktivatsiya asosiy muammolardan biri bo'lib, karbongidratlarning polimerlashuvi natijasida sirtning kokslanishi kuzatiladi. Buni bartaraf etish uchun regeneratsiya jarayoni 350–450°C da havo bilan oksidlovchi qayta tiklash orqali amalga oshiriladi.

Asetaldegiddan etilatsetat sintezi uchun mis asosidagi katalizatorlar sanoatda eng samarali variantlardan biridir. Cu–Cr va Cu–Zn oksidlari selektivlik, barqarorlik va iqtisodiy samaradorlik bo'yicha eng yaxshi natijalarni ko'rsatadi. Kelgusida katalizatorlarning regeneratsiya jarayonlarini optimallashtirish, nano-strukturalangan mis oksidlarini qo'llash va jarayonni energiya jihatdan tejankor qurilmalar orqali boshqarish bo'yicha tadqiqotlar olib borilishi maqsadga muvofiq.

#### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Ertl, G., Knözinger, H., & Schüth, F. (2008). Handbook of Heterogeneous Catalysis. Wiley-VCH.
2. Sheldon, R. A. (2014). Catalytic Oxidation of Organic Compounds. Wiley.
3. Gates, B. C. (1992). Catalytic Chemistry. Wiley.
4. Thomas, J. M., & Thomas, W. J. (1997). Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis.
5. Smith, J., & March, J. (2007). March's Advanced Organic Chemistry.