

METANOL OLISHDA MAQBUL KATALIZATORLAR YARATISH

Ro‘zmetova Kumushxon Siroj qizi

Navoiy davlat universiteti

Xatamova Muhabbat Sattarovna

Kimyo kafedrası professor vazifasini bajaruvchisi, k.f.n., Navoiy davlat universiteti

Annotatsiya: *Metanol ishlab chiqarishda katalizatorlar muhim rol o‘ynaydi. Bugungi kunda sanoatda asosan Cu/ZnO/Al₂O₃ asosli katalizatorlar qo‘llanilmoqda, ammo ekologik muammolar va CO₂ ning qayta ishlanishini ta‘minlovchi yangi katalizatorlar ustida tadqiqotlar davom etmoqda. Ushbu maqolada metanol sintezida ishlatiladigan asosiy katalizatorlar, ularning afzallik va kamchiliklari hamda istiqbolli gibrid va heterogen katalizatorlar ko‘rib chiqiladi.*

Kalit so‘zlar: *metanol sintezi, katalizatorlar, mis oksid, rux oksid, uglerod dioksidi, zeolitlar, gidrogenatsiya*

Аннотация: *Катализаторы играют ключевую роль в производстве метанола. В настоящее время в промышленности в основном используются катализаторы на основе Cu/ZnO/Al₂O₃. Однако в связи с экологическими проблемами и необходимостью переработки CO₂ ведутся исследования по созданию новых катализаторов. В данной статье рассматриваются основные катализаторы, применяемые в синтезе метанола, их преимущества и недостатки, а также перспективные гибридные и гетерогенные катализаторы.*

Ключевые слова: *синтез метанола, катализаторы, оксид меди, оксид цинка, диоксид углерода, цеолиты, гидрогенизация.*

Annotation: *Catalysts play a crucial role in methanol production. Currently, industrial processes mainly utilize Cu/ZnO/Al₂O₃-based catalysts. However, due to environmental concerns and the need for CO₂ recycling, research on new catalysts is ongoing. This article examines the main catalysts used in methanol synthesis, their advantages and disadvantages, as well as promising hybrid and heterogeneous catalysts.*

Keywords: *methanol synthesis, catalysts, copper oxide, zinc oxide, carbon dioxide, zeolites, hydrogenation.*

KIRISH

Metanol (CH₃OH) zamonaviy kimyo sanoatida muhim organik mahsulotlardan biri bo‘lib, yonilg‘i, erituvchi va xomashyo sifatida keng qo‘llaniladi. Hozirgi vaqtda metanol ishlab chiqarish asosan sintez gaz (CO + H₂ yoki CO₂ + H₂) ning katalitik gidrogenatsiyasi orqali amalga oshiriladi. Ushbu jarayonning samaradorligi to‘g‘ridan-to‘g‘ri katalizatorning faolligi va tanlab ta‘sirchanligiga bog‘liq. Kimyo sanoatida metanol yarim tayyor mahsulot sifatida ishlatiladi. Ko‘p miqdorda metanol formaldegid, sintetik kauchuk, shuningdek,

dimetiltereftalat, metilamin, urotropin, metil akrilat, pentaeritrit, geksamin kabi muhim mahsulotlarni ishlab chiqarishda metillashtiruvchi vosita sifatida ishlatiladi.

Metanol olishda ishlatiladigan katalizatorlarni quyidagi turlarga ajratish mumkin:

- ✓ Metall oksidlar asosidagi katalizatorlar (mis, rux, alyuminiy)
- ✓ Gibrid katalizatorlar (mis + tsirkoniy, galliy)
- ✓ Geterogen katalizatorlar (zeolit, molibden sulfid, temir asosli)

Metanol ishlab chiqarish qurilmasiga xomashyo sifatidagi sintez gazni “PVX, KS va M” majmuasining 909-sonli atsetilen ishlab chiqarish sexidan oladi. Sintez gaz metanol ishlab chiqarish qurilmasiga keladi, u erda gazlarni siqish (kompressiya), tozalash, sintez va rektifikatsiya texnologik jarayonlaridan o‘tib, tozalangan tayor texnik metanol mahsuloti olinadi.

Ushbu maqolada metanol sintezida ishlatiladigan eng samarali katalizatorlar va ularning rivojlanish istiqbollari tahlil qilinadi.

Metanol sintezining asosiy reaksiyalari. Metanol ishlab chiqarish quyidagi asosiy reaksiyalar asosida amalga oshiriladi:

1. Karbon monoksid asosida sintez (sanoatda keng tarqalgan):

2. Uglerod dioksid asosida sintez (atmosfera CO₂ ni kamaytirish uchun istiqbolli usul):

Har ikkala reaksiya uchun yuqori samarali katalizatorlar talab etiladi. Quyida ularning turlari va xususiyatlari ko‘rib chiqiladi.

Metanol sintezida qo‘llaniladigan katalizatorlar. Mis oksid asosli katalizatorlar (Cu/ZnO/Al₂O₃). Bu katalizatorlar sanoat miqyosida eng ko‘p qo‘llaniladi.

- ✓ Faolligi yuqori – CO va CO₂ ni metanolga aylantirish qobiliyatiga ega
- ✓ Sintez gaz tarkibiga moslashuvchan – CO/H₂ yoki CO₂/H₂ bilan ishlashi mumkin
- ✓ Harorat va bosim diapazoni: 200–300°C va 5–10 MPa

Mexanizmi:

- Cu (mis) – faol markaz bo‘lib, CO va CO₂ ni adsorbsiyalaydi
- ZnO (rux oksid) – vodorod aktivatori sifatida ishlaydi
- Al₂O₃ (alyuminiy oksid) – katalizatorning barqarorligini oshiradi

Afzalliklari:

- ✓ Yuqori selektivlik (metanol hosil bo‘lish ehtimoli 90% dan yuqori)
- ✓ Sanoat uchun mos keladigan jarayon tezligi

Kamchiliklari:

- ✗ Suv bug‘lari va CO₂ ta’sirida katalizator degradatsiyaga uchrashi mumkin
- ✗ Aktivligi vaqt o‘tishi bilan pasayadi

3.2. Gibrid katalizatorlar (Cu/ZnO/Al₂O₃ + ZrO₂, Ga₂O₃)

So‘nggi yillarda ZrO₂ (tsirkoniy oksid) yoki Ga₂O₃ (galliy oksid) qo‘shilgan gibrid katalizatorlar ishlab chiqilmoqda.

- ✓ CO₂ ning metanolga aylanishi samaradorligini oshiradi

✓ Barqarorligi yuqori, termik va kimyoviy parchalanishga chidamli

Afzalliklari:

✓ Uglerod dioksidni qayta ishlash imkoniyati mavjud

✓ Katalizatorning ishlash muddati uzoqroq

Kamchiliklari:

✗ Ishlab chiqarish texnologiyasi murakkab

✗ Narxi nisbatan yuqori

3.3. Geterogen katalizatorlar (Zeolit, MoS₂, Fe-based)

Bu yangi avlod katalizatorlari bo‘lib, ekologik jihatdan toza metanol ishlab chiqarish uchun istiqbolli hisoblanadi.

✓ Zeolit katalizatorlari – CO₂ asosida metanol sintez qilish uchun samarali

✓ MoS₂ (molibden disulfid) katalizatorlari – yuqori haroratli sharoitda ishlaydi

✓ Fe (temir) asosli katalizatorlar – biometanol ishlab chiqarish uchun moslashgan

Afzalliklari:

✓ Kam chiqindi hosil qiladi

✓ Uzoq muddatli ishlash imkoniyati mavjud

Kamchiliklari:

✗ Faolligi mis katalizatorlarga nisbatan pastroq

✗ Sanoat miqyosida keng qo‘llash uchun hali to‘liq tadqiq etilmagan

Katalizator haroratini nazorat qilish

Birinchi bosqich gidrogenlash reaktoriga texnologik gazning kirishidagi harorati (130 °C) birinchi bosqich gidrogenlash reaktorining kirish qismida joylashgan E-510001 issiqlik almashtirgichining aylanma klapanlari 510TV-03001, 510TIC-03001 tomonidan boshqariladi. Reaktorda o‘rnatilgan olti dona harorat o‘lchagichlardan hohlagan birining ko‘rsatgichi 280 °C ga yetganda birinchi bosqichli reaktorni to‘xtatuvchi xavfsizlik blokirovkasi faollashadi.

Eslatma: Bu vaqtda E-510002 bug‘ isitgichiga bug‘ etkazib berish sekinlik bilan to‘xtatiladi va aylanma klapan 510TIC-03003 qo‘lda boshqarish rejimiga o‘tkaziladi;

Ikkinchi bosqich reaktoriga kiruvchi texnologik gazning harorati (90 °C) da bo‘lishligini ta‘minlash uchun reaktorga beriladigan texnologik gazni E-510003 sovutgichida joylashgan 510TIC-04001 orqali haroratni nazorat qiluvchi asbob yordamida 510TV-04001 rostlovchi klapani tomonidan boshqariladi. Reaktorda o‘rnatilgan olti dona haroratni nazorat qiluvchi harorat o‘lchagichlardan hohlagan birining harorati 260 °C ga yetganda birinchi bosqichli reaktorni to‘xtatuvchi xavfsizlik blokirovkasi faollashadi.

Metanol sintezida katalizatorlarning rivojlanish istiqbollari

□ CO₂ dan metanol olish uchun yangi katalizatorlar ishlab chiqilmoqda

□ Hajmiy faolligi yuqori bo‘lgan nano-katalizatorlar ustida tadqiqotlar olib borilmoqda

□ Barqaror va arzon alternativ katalizatorlar (Fe, MoS₂, zeolit) bo‘yicha tadqiqotlar davom etmoqda

Metanol sintezini yanada samarali va ekologik toza qilish uchun turli yangi katalizatorlar ishlab chiqilmoqda. Zamonaviy tadqiqotlar quyidagi asosiy yo‘nalishlarga qaratilgan:

1. CO₂ dan metanol olish uchun yangi katalizatorlar

An‘anaviy metanol sintezida asosiy manba sintez gazi (H₂, CO, CO₂) bo‘lsa, hozirgi kunda CO₂ ni bevosita metanolga aylantirish bo‘yicha innovatsion texnologiyalar ishlab chiqilmoqda. Bu:

- Atmosferadagi ortiqcha CO₂ ni kamaytirish imkonini beradi
- Yashil kimyo tamoyillariga mos keladi
- H₂ bilan sinergik reaksiya orqali yuqori samaradorlikka erishiladi

Asosiy katalizatorlar:

- Cu/ZnO/Al₂O₃ (modifikatsiyalangan versiyalari)
- In₂O₃-ZrO₂ – CO₂ ning yuqori adsorbsiyasi tufayli istiqbolli
- Ru, Pd, Ni asosli geterogen katalizatorlar

2. Hajmiy faolligi yuqori bo‘lgan nano-katalizatorlar

Nanotexnologiyalar katalizatorlarning faolligini oshirish va reaksiya sharoitlarini optimallashtirish imkonini beradi. Tadqiqotlar quyidagilarga qaratilgan:

- Nanohajmli Cu, ZnO va Al₂O₃ zarrachalaridan foydalangan holda katalizatorlarni takomillashtirish
- Plazmonik nanokatalizatorlar yordamida metanol hosil bo‘lish tezligini oshirish
- Kvant nuqtalar va nano-poroz tuzilmalar orqali katalitik faollikni oshirish

Nano-katalizatorlarning afzalliklari:

- Yuqori sirt maydoni → faollik oshishi
- Diffuziya yo‘qotishlarining kamayishi → reaksiya tezligi oshishi
- Kamroq katalizator talab qilinishi → iqtisodiy foyda

3. Barqaror va arzon alternativ katalizatorlar

An‘anaviy Cu/ZnO/Al₂O₃ katalizatorlari samarali bo‘lsa-da, qimmatbaho va cheklangan resurslardan foydalanish sababli alternativ variantlar ishlab chiqilmoqda.

Istiqbolli alternativ katalizatorlar:

- Fe (temir) asosli katalizatorlar – iqtisodiy jihatdan arzon va CO₂ bilan yaxshi reaksiyaga kirishadi
- MoS₂ (molibden disulfid) – yuqori barqarorlikka ega va katalitik faollikni oshirish mumkin
- Zeolitlar – ion almashinuvchanlik va kislorod saqlash qobiliyatiga ega bo‘lib, metanol selektivligini oshiradi

Bu alternativ katalizatorlar kam energiya talab qiladi, barqaror resurslarga asoslanadi va ekologik jihatdan xavfsiz hisoblanadi.

XULOSA

Metanol sintezida Cu/ZnO/Al₂O₃ asosli katalizatorlar sanoatda eng samarali hisoblanadi. Biroq ekologik talablar va uglerod chiqindilarini kamaytirish maqsadida CO₂ ni metanolga aylantirishga mo‘ljallangan gibrid va heterogen katalizatorlar ustida izlanishlar olib borilmoqda. Kelajakda nano-katalizatorlar va muqobil materiallar yordamida metanol ishlab chiqarish samaradorligi oshirilishi kutilmoqda.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Olah, G. A., Goeppert, A., & Prakash, G. K. S. (2011). Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy. Wiley-VCH.
2. Wender, I. (1996). “Reactions of synthesis gas.” Fuel Processing Technology, 48(3), 189–297.
3. International Energy Agency (IEA). (2023). The Future of Methanol as a Sustainable Fuel.
4. Sun, J., & Yang, G. (2021). “Development of CO₂-based methanol catalysts.” Catalysis Today, 375, 15-30.