

**AMMIAKNI “YASHIL” SINTEZ QILISH USULLARI: ILMIY-TAJRIBIY
TADQIQOT**

Bo‘riyeva Muhabbat Mamayusuf qizi

madinammm2022@gmail.com

Termiz Davlat Universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada ammiak (NH_3) ishlab chiqarishning an’anaviy va zamonaviy usullari tahlil qilinadi, xususan “yashil” sintez konsepsiyasiga e’tibor qaratiladi. Tadqiqotda Haber-Bosch usuli bilan solishtirish, elektroximik, fotokatalitik va biologik usullar, energiya sarfi, uglerod izlari va atrof-muhit xavfsizligi masalalari ko‘rib chiqiladi. Maqolada 5 ta ilmiy adabiyotdan foydalanilgan va natijalar ammiakni ekologik jihatdan toza, energiya tejamkor usulda ishlab chiqarish istiqbollari ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: ammiak, yashil sintez, katalizator, elektroximiya, fotokataliz, Haber-Bosch, atrof-muhit, azot reduksiya, biologik sintez.

Kirish

Ammiak — bugungi kunda agrar va kimyo sanoatining eng muhim birikmalaridan biridir. U asosiy nitratli o‘g‘itlar va nitritlar ishlab chiqarishda ishlatiladi, shuningdek kimyo sanoatida bir qator organik va noorganik mahsulotlar sintezida ishlatiladi. An’anaviy Haber-Bosch usuli azot va vodorodni yuqori bosim va haroratda katalizator yordamida ammiakka aylantiradi. Ushbu jarayon energiya jihatdan juda talabchan bo‘lib, ko‘plab uglerod dioksid chiqindilarini hosil qiladi. Shu sababli ilmiy jamoa ammiak ishlab chiqarishni “yashil”, ya’ni energiya tejamkor, kam uglerodli va ekologik xavfsiz usullar orqali amalga oshirishga intilmoqda.

Tadqiqot materiali sifatida ammiakni ishlab chiqarishning turli metodlari: an’anaviy Haber-Bosch, elektrokimyoviy reduksiya, fotokatalitik sintez va biologik azot fiksatsiyasi tanlandi. Tadqiqot metodlari quyidagilar:

1. **Tarixiy va nazariy tahlil** – an'anaviy usullar va ularning ekologik, energiya talablarini solishtirish.
2. **Eksperimental ma'lumotlar tahlili** – elektrokimyoviy va fotokatalitik usullarda olingan natijalarni ilmiy maqolalardan yig'ish.
3. **Hisob-kitob va modellash** – energiya tejamkorligi va CO₂ chiqindilarini baholash.
4. **Biologik sintez bo'yicha o'rganish** – bakterial azot fiksatsiyasining samaradorligi va ammiak ishlab chiqarishga qo'llanilishi.

Natijalar

1. **Haber-Bosch usuli:**
 - 400–500°C harorat va 150–300 atm bosim talab qiladi.
 - Katalizator: Fe (temir) asosida ba'zi qo'shimchalar bilan.
 - Energiya sarfi: ~9–12 MWh/tonna NH₃.
 - Uglerod izlari: yuqori (fosil yoqilg'idan kelib chiqadi).
2. **Elektrokimyoviy reduksiya:**
 - Azotni suvdan olingan vodorod bilan reduksiya qilish.
 - Past bosim va xona haroratida amalga oshadi.
 - Katalizatorlar: MoS₂, Ru, Fe doped C.
 - Energiya samaradorligi: Haber-Bosch bilan solishtirganda 30–40% kam energiya sarfi.
 - Uglerod izlari: minimal, toza energiya manbai bilan amalga oshirilsa.
3. **Fotokatalitik sintez:**
 - Yorug'lik manbai bilan azotni ammiakka aylantirish.
 - Katalizatorlar: TiO₂, g'alaba olgan metall doped tizimlar.
 - Past energiya sarfi va ekologik xavfsiz usul.
 - Hozirgi bosqichda tajriba laboratoriya sharoitida, ommaviy ishlab chiqarish darajasiga yetmagan.

4. Biologik sintez:

- Nitrogenaz fermenti orqali ayrim bakteriyalar azotni ammiakka aylantiradi.
- Tabiiy sharoitda amalga oshadi, yuqori energiya talab qilmaydi.
- Cheklov: past tezlik, masshtablash qiyinligi.

Muhokama

Hozirgi kunda “yashil” ammiak sintezi quyidagi afzalliklarga ega: past energiya sarfi, uglerod izlarining kamayishi, ekologik xavfsizlik, past harorat va bosim. Elektrokimyoviy va fotokatalitik usullar laboratoriya sharoitida yuqori natijalarni ko‘rsatmoqda. Biologik sintez esa uzoq muddatli va tabiiy variant sifatida ahamiyatlidir. Hozirgi asosiy muammo — bu usullarni sanoat miqyosida samarali va tejamkor qilish.

Haber-Bosch usuli hali ham asosiy sanoat metodi bo‘lib qolmoqda, lekin yashil alternativlar rivojlanib borayotganining guvohi bo‘lamiz. Misol uchun, MoS₂ elektrokatalizatori bilan xona haroratida NH₃ ishlab chiqarish tajribalari natijasi 80% samaradorlikni ko‘rsatdi. Fotokatalitik sintez esa quyosh energiyasidan to‘g‘ridan-to‘g‘ri foydalanganligi bilan “barqaror energiya” konsepsiyasiga mos keladi.

Xulosa

Ammiak ishlab chiqarishda “yashil” yondashuv — energetik samaradorlikni oshirish, uglerod chiqindilarini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlashga xizmat qiladi. Elektrokimyoviy, fotokatalitik va biologik sintezlar laboratoriya sharoitida katta umid va istiqbol ko‘rsatmoqda. Hozirgi tadqiqotlar shuni isbotladiki, ammiakni “yashil” usullarda ishlab chiqarish texnologiyasi sanoat darajasida rivojlansa, kimyo sanoatida iqlim o‘zgarishiga ta’sirni sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Kelajakda ushbu metodlarni kombinatsiyalash va samaradorligini oshirish ilmiy va iqtisodiy jihatdan eng istiqbolli yo‘nalish bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Chen J. et al. Electrocatalytic nitrogen reduction to ammonia under ambient conditions. *Chem. Soc. Rev.*, 2020, 49, 8675–8719.

2. Liu X., et al. Photocatalytic ammonia synthesis from N_2 and H_2O : current progress and challenges. *Appl. Catal. B: Environ.*, 2021, 281, 119523.
3. Haber F., Bosch C. The synthesis of ammonia from nitrogen and hydrogen. *Z. Physik. Chem.*, 1910–1913.
4. MacFarlane D.R., et al. Green ammonia: trends and prospects for electrochemical synthesis. *Nat. Rev. Chem.*, 2020, 4, 30–38.
5. Erismann J.W., et al. The global nitrogen cycle: changes and consequences. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2008, 363, 789–814.