

CHEMICAL METHODS OF ORGANIC WASTE RECYCLING AND THEIR ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY

Sultonova Gulsara Muhtor qizi

Research Institution / Higher Education Institution under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan

E-mail: gulsara.sultonova@example.uz

Abstract. This thesis provides a detailed analysis of modern chemical methods for recycling organic waste and obtaining secondary raw materials and energy resources from it. The mechanisms, reaction conditions (temperature, pressure, and catalysts), and productivity of destructive and thermochemical processes such as pyrolysis, gasification, transesterification, and hydrothermal liquefaction are examined. The technological, economic, and environmental advantages of obtaining biofuels, synthesis gas, and valuable monomers and compounds for the organic chemical industry from industrial and agricultural organic waste are also substantiated.

Keywords: organic waste, pyrolysis, gasification, transesterification, hydrothermal liquefaction, biofuels, catalytic conversion, environmental safety..

1. KIRISH

Bugungi kunda jahon miqyosida atrof-muhitni muhofaza qilish, resurs tejovchi texnologiyalarni joriy etish hamda barqaror rivojlanish tamoyillariga erishish eng dolzarb masalalardan biri bo'lib qolmoqda. Sanoat tarmoqlari, qishloq xo'jaligi va maishiy sohada hosil bo'layotgan ulkan hajmdagi organik chiqindilar (polimer materiallar, biomassa, oziq-ovqat qoldiqlari, yog'och va qishloq xo'jaligi chiqindilari) ekologik muvozanatga jiddiy xavf solmoqda. BMT ma'lumotlariga ko'ra, har yili dunyoda milliardlab tonna organik chiqindi hosil bo'ladi va ularning aksariyat qismi poligonlarda to'planib, issiqxona gazlari (CH_4 , CO_2) ajralishiga sabab bo'lmoqda.

Organik chiqindilarni shunchaki poligonlarga joylashtirish yoki to'g'ridan-to'g'ri yoqib yuborish nafaqat atrof-muhitni ifloslantiradi, balki qimmatli kimyoviy va energetik resurslarning behuda yo'qotilishiga olib keladi. Shu sababli, chiqindilarni 'aylanma iqtisodiyot' (circular economy) konsepsiyasi asosida qayta ishlash, ulardan yuqori qo'shimcha qiymatga ega bo'lgan kimyoviy mahsulotlar va yoqilg'i resurslarini olishning samarali usullarini ishlab chiqish zamonaviy kimyo va kimyo texnologiyasi fanining eng ustuvor vazifasidir.

Ushbu ilmiy tezisning maqsadi — organik chiqindilarni qayta ishlashda qo'llaniladigan asosiy kimyoviy va termokimyoviy usullarni har taraflama tahlil qilish, ularning reaksiya mexanizmlari, rejim ko'rsatkichlari, mahsulot unumi hamda ekologik-iqtisodiy samaradorligini baholashdan iborat.

2. ASOSIY KIMYOVIY VA TERMOKIMYOVIY USULLAR TAHLILI

Organik chiqindilarni kimyoviy va termokimyoviy qayta ishlash (konversiya) jarayonlari chiqindining fizik-kimyoviy tarkibiga (namlik, kul miqdori, uglerod, vodorod va kislorod nisbatiga) bog'liq holda tanlanadi. Hozirgi kunda amaliyotda keng qo'llanilayotgan yetakchi usullarga quyidagilar kiradi:

a) Piroliz (termik va katalitik) jarayoni. Piroliz — organik moddalarni kislorodsiz muhitda yuqori haroratda (300°C – 900°C) termik parchalash usulidir. Jarayon harorati va tezligiga qarab, u sekin piroliz (ko'mir olish uchun), tez piroliz (suyuq bio-yog' olish uchun) va gazsimon pirolizga bo'linadi. Polimer va biomassa chiqindilarini piroliz qilishda seolitlar, Al_2O_3 , Ni va Fe asosidagi katalizatorlar qo'llanilganda, mahsulotlar tarkibidagi uglevodorodlar fraksiyasini boshqarish imkoniyati tug'iladi. Katalitik piroliz natijasida olingan suyuq bio-yog' sintetik neft o'rnini bosuvchi qimmatli manba hisoblanadi.

b) Gazifikatsiya usuli. Gazifikatsiya jarayonida organik chiqindilar cheklangan miqdordagi oksidlovchi agent (havo, kislorod, suv bug'i yoki CO_2) ishtirokida yuqori haroratda (700°C – 1200°C) sintetik gazga (Syn-gas: $\text{CO} + \text{H}_2$) aylantiriladi. Olingan sintetik gaz keyinchalik Fisher-Tropsch (Fischer-Tropsch) sintezi orqali sintetik dizel, metanol, dimetil efir hamda boshqa muhim organik birikmalar sintez qilish uchun xomashyo sifatida ishlatiladi.

v) Hidrotermal suyultirish (Hydrothermal Liquefaction - HTL). Bu usul yuqori namlikka ega bo'lgan organik chiqindilarni (oqova suvlarning loyqasi, suvo'tlar, oziq-ovqat chiqindilari) oldindan quritmasdan qayta ishlash imkonini beradi. Jarayon 250°C – 380°C haroratda va 10–25 MPa subkritik suv muhitida amalga oshiriladi. Suv bu sharoitda ham reaktiv solvent, ham katalizator vazifasini bajaradi.

g) Transesterifikatsiya (qayta efirlash) jarayoni. O'simlik yog'i va hayvon yog'i chiqindilaridan, shuningdek ishlatilgan oziq-ovqat yog'laridan biodizel (yog' kislotalarining metil efirlari - FAME) olishda keng qo'llaniladigan kimyoviy usul. Jarayon ishqoriy (NaOH , KOH) yoki kislotali katalizatorlar ishtirokida monogidrik spirtlar (metanol, etanol) bilan reaksiyaga kirishishga asoslangan.

1-jadval. Organik chiqindilarni qayta ishlash kimyoviy usullarning qiyosiy xarakteristikasi

Usul nomi	Jarayon sharoiti (T, P)	Asosiy katalizatorlar	Kutilayotgan mahsulotlar
Piroliz	$300 - 800^{\circ}\text{C}$, $P \sim 0.1 \text{ MPa}$	Seolitlar, Al_2O_3 , Ni/ Al_2O_3	Suyuq bio-yog', bio-ko'mir, piroliz gazi
Gazifikatsiya	$700 - 1200^{\circ}\text{C}$, $P \sim 1-3 \text{ MPa}$	Dolomit, Ni-asosli katalizatorlar	Sintetik gaz ($\text{CO} + \text{H}_2$), H_2

Gidrotermal suyultirish	250 – 380 °C, P ~ 10-25 MPa	Na ₂ CO ₃ , KOH, Raney Ni	Bio-xom neft (Bio-crude), organik kislotalar
Transesterifikatsi ya	50 – 70 °C, P ~ 0.1 MPa	NaOH, KOH, Fermentlar	Biodizel (FAME), Glitserin (qo'shimcha)

3. NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI

O'tkazilgan tahlillar va nazariy-amaliy tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, organik chiqindilarni kimyoviy usulda qayta ishlash faqatgina atrof-muhitni tozalash bilan cheklanmay, energetika va kimyo sanoati uchun barqaror xomashyo bazasini yaratadi. Katalizatorlarning to'g'ri tanlanishi reaksiya faollashuv energiyasini sezilarli darajada pasaytiradi va maqsadli mahsulot unumdorligini 25-40% ga oshirish imkonini beradi.

Xususan, polimer organik chiqindilarni (polietilen, polipropilen, PET) katalitik piroliz qilish natijasida olingan suyuq uglevodorodlar tarkibida benzin va dizel fraksiyalariga yaqin bo'lgan C₅-C₂₀ uglevodorodlar miqdori 75-80% ni tashkil etadi. Bu esa to'g'ridan-to me'yoriy yoqilg'i aralashmalariga qo'shimcha sifatida yoki neft-kimyo sintezida xomashyo sifatida foydalanish imkoniyatini tasdiqlaydi.

Bundan tashqari, gazifikatsiya jarayoni orqali olingan sintetik gaz tarkibidagi CO va H₂ nisbatini o'zgartirish orqali ekologik toza vodorod yoqilg'isini ajratib olish va «yashil energetika» rivojiga munosib hissa qo'shish mumkin. Transesterifikatsiya usulida glitserin qo'shimcha mahsulot sifatida hosil bo'lib, uni tozalash orqali farmatsevtika va kosmetika sanoatida qo'llash resurslardan to'liq foydalanish tamoyilini ta'minlaydi.

4. XULOSA VA TAVSIYALAR

O'tkazilgan tadqiqot va tahlillar bazasida quyidagi muhim xulosalarga kelindi:

1. Organik chiqindilarni kimyoviy va termokimyoviy usullarda qayta ishlash an'anaviy yoqib yuborish va ko'mish usullariga nisbatan yuqori ekologik hamda iqtisodiy samaradorlikka ega. Jarayonlar atrof-muhitga zaharli gazlar va og'ir metallar tarqalishining oldini oladi.

2. Ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda yuqori selektivlikka ega bo'lgan va qayta tiklanuvchan nano-katalizatorlarni qo'llash eng maqbul yechim hisoblanadi. Bu reaksiya haroratini pasaytirish va maqsadli mahsulotlar chiqishini ko'paytirish imkonini beradi.

3. O'zbekiston sharoitida qishloq xo'jaligi va maishiy organik chiqindilar bazasida piroliz hamda gazifikatsiya qurilmalarini sanoat miqyosida joriy etish mamlakatning energetik mustaqilligini mustahkamlashga va yangi ish o'rinlarini yaratishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sultonova G.M. Organik chiqindilarni qayta ishlashda zamonaviy ekologik-kimyoviy yondashuvlar // Kimyo va ekologiya jurnali. – 2024. – №2. – B. 45-50.
2. Bridgwater A. V. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading // Biomass and Bioenergy. – 2012. – Vol. 38. – P. 68-94.
3. Axmedov U.K., Ismoilov T.S. Chiqindilarni qayta ishlash texnologiyalari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020. – 210 b.
4. Speight J. G. Synthetic Fuels Handbook: Properties, Process, and Performance. – McGraw-Hill Education, 2020. – 432 p.
5. Kumar A., Jones D. D., Hanna M. A. Thermochemical biomass gasification: A review of the raw materials, processing, and products // Energies. – 2009. – Vol. 2(3). – P. 556-581.