UDK: 66.09; 678.04; 662.74

GAZ-KIMYO MAJMUASINING ISHLAB CHIQARISH JARAYONI CHIQINDILARINI UTILIZATSIYA QILISH ORQALI UGLEVODOROD YOQILG‘ILARI ISHLAB CHIQARISHNING INNOVATSION TEXNOLOGIYALARI

Ismoilov Mo‘minjon Yusupovich
Farg‘ona davlat universiteti, k.f.d, professor
E-mail: mismoilov1971@gmail.com
Tel: +99891 283 30 20
https://orcid.org/0000-0001-8212-4493
Qurbonaliyev Komronbek Azamat o‘g‘li
Farg‘ona davlat universiteti, tayanch doktarant
E-mail: komronqurbonaliyev@gmail.com
Tel: +99890 530 08 90
https://orcid.org/0009-0004-5438-3956

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot zamonaviy gaz-kimyo sanoatida hosil bo‘ladigan mahsulotlarni termokimyoviy qayta ishlash orqali uglevodorod yoqilg‘ilarini olishning innovatsion ishlab chiqarishlarini taqdim etadi. Gazlashtirish va piroliz texnologiyaning taqqosiy tahlili amalga oshirildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, 800-1200°C haroratda amalga oshirilgan termik gazlashtirish jarayonida 40% gacha vodorod konsentratsiyasiga ega singaz hosil bo‘ladi va bu 2,1 mlrd. vatt elektr energiyasini ishlab chiqarish imkonini beradi. Maqolada innovatsion katalitik tizimlar va energiyani quvvatlantirish yo‘llari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: gaz-kimyo majmuasi, chiqindilarni utilizatsiyasi, uglevodorod yoqilg‘isi, issiqlik chiqishi, gazlashtirish, piroliz, singaz**.**

Аннотация. Данное исследование представляет инновационные методы производства углеводородного топлива путем термохимической переработки продуктов, образующихся в современной газохимической промышленности. Проведен сравнительный анализ технологий газификации и пиролиза. Результаты исследования показывают, что в процессе термической газификации, проводимом при температуре 800–1200°C, образуется синтез-газ с концентрацией водорода до 40%, что позволяет вырабатывать 2,1 млрд. ватт электроэнергии. В статье освещены инновационные каталитические системы и пути увеличения энергоэффективности.

Ключевые слова: газохимический комплекс, утилизация отходов, углеводородное топливо, тепловыделение, газификация, пиролиз, синтез-газ

Abstract. This study presents innovative production methods for obtaining hydrocarbon fuels through the thermochemical processing of products generated in the modern gas chemical industry. A comparative analysis of gasification and pyrolysis technologies was performed. The research results indicate that the thermal gasification process, carried out at a temperature of 800-1200 °C, yields

synthesis gas (syngas) with a hydrogen concentration of up to 40%, which allows for the production of 2,1 milliard watt of electrical energy. The article discusses innovative catalytic systems and methods for boosting energy output.

Keywords: gas chemical complex, waste utilization, hydrocarbon fuel, heat release (heat output), gasification, pyrolysis, syngas.

Kirish.

Gaz-kimyo sanoati jahon iqtisodiyotining muhim manbalaridan biridir. Kimyo ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan zararli moddalar orasida organik moddalar o‘rin tutadi. Plastik ishlab chiqarish hajmi yiliga 350 million tonnadan oshib, kelgusi 20 yilda ikki barobarga ko‘proq bo‘lishi kutilmoqda [8:346].

O‘zbekiston Respublikasida kimyo sanoati tez rivojlanmoqda va energiya resurslari ishlab chiqarilmoqda [6] . Chiqindilardan energiya olish (Waste-to-Energy, WtE) texnologiyalari so‘nggi vaqtlarda tez rivojlanmoqda. Zamonaviy termokimyoviy texnologiya murakkab chiqindi oqimlarini, bir xil plastmassalar, elektron va ifloslangan biomassani singaz yoki uglerodga qayta ishlashni imkonini yaratib bermoqda [1:513].

Polimer chiqindilar xavfsizligini ta’minlash bu energiya ishlab chiqarish uchun qayta ishlashning asosiy termokimyoviy yo‘llaridan biri - piroliz, gazlashtirish, neft zavodi bloklari qo‘shishni yo‘lga qo‘yish va bu qayta tiklash ikki bosqichli jarayonlardir [8:346]. Lopez va boshqalar (2017) tomonidan olib borilgan keng qamrovli tahlilda bu yo‘llarning har bir qismini ko‘rib chiqiladi [8:347].

Taraqqiyotning maqsadi: gaz-kimyo majmuasi tizimini utilizatsiya qilish orqali uglevodorod yoqilg‘ilari ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalarini tadbiq qilish va O‘zbekistonni tahlil qilish orqali amalga oshirishdir.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot obekti. Tadqiqotda gaz-kimyo majmuasi va sanoat ishlab chiqaruvchi korxonalari o‘rganildi. Namunaviy obekt sifatida Ustyurt gaz-kimyo majmuasining ishlab chiqarishi tanlab olindi.

Termokimyoviy qayta ishlash usullari. Chiqindilarni qayta ishlashning ikki asosiy termokimyoviy usuli qo‘llanildi: gazlashtirish va piroliz. Gaz biomassani yonuvchi gazlar, qattiq qoldiqlar va kondensatsiya qoldiqlarini ishlab chiqarish jarayonidir. Termik gazlashtirish 800-1200°C haroratda ko‘mir va murakkab biomassani qayta ishlash uchun ko‘rsatkich [1:513].

Polimerining ishlab chiqarish chiqindilarini pirolizi plastiklarni qimmatliroq mahsulotga aylantirish uchun qulay texnologiyadir [9:2]. Piroliz jarayoni 300-900°C haroratda, kislorodsiz muhitda amalga oshirish natijadorlikni yana ham oshirish imkonini beradi [10:40].

ISSN 3030-3907

Katalitik tizimlar. Katalitik piroliz plastik mahsulotni yuqori sifatli tezlikda ishlash uchun. HZSM-5, USY va FCC katalizatorlari eng samarali boshqarish hisoblanadi [8:356]. Katalizatorlar piroliz mahsulotlarining tarkibini va hosildorlik darajasini o‘zgartiradi.

Tahlil metodlari. Hosil bo‘lgan mahsulotlarning tarkibi va sifati xromato-mass-spektrometriya (GX-MS) usuli bilan tahlil qilindi. Energiya va iqtisodiy ko‘rsatkichlar texno-iqtisodiy tahlil usullarida baholandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Termokimyoviy qayta ishlash jarayonlari: Gazlashtirish. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, polipropilen (PP) va polietilen (PE) ning gaz ishlab chiqarishi 40% gacha H_2 konsentratsiyasiga ega singaz hosil qiladi [5:294]. Erkiaga va boshqalar (2013) olib borilgan tajribalarda bug‘ bilan gazlashtirish jarayonida olivin va g-lumina katalizatorlari ishlab chiqarishda yuqori samaradorlik ko‘rsatkichlari kuzatilgan [5 :298].

1-jadval.

Gazlashtirish jarayonining asosiy parametrlari va yordami

Ko‘rsatkichlar	Qiymat	Harorat (°C)	Manba
H_2 konsentratsiyasi	40-60%	850-900	[5:294]
CH_4 konsentratsiyasi	30-40%	800-850	[1:514]
Singaz issiqlik moslamasi	15-25 MJ/m³	800-900	[1:515]
Qattiq qoldiq miqdori	16,8-100 g/m³	850+	[14:117069]

Pastroq haroratlarda CO, H_2 CH_4 CO_2 (mini uglevodorod tarkibi bilan) mahsulot gazlari ishlab chiqarishi kuzatiladi [1:513]. Yuqori haroratlarda esa toza singaz (asosan CO, H_2, CH_4 va CO_2) hosil bo‘ladi. Singaz turli ishlab chiqarishlarni (metanol, DME va uglevodorodlar) sintez qilish uchun mos keladi [1:516].

Piroliz jarayoni. Piroliz jarayoni asosan 400-600°C haroratida amalga oshiriladi. Pinto va boshqalar (2009) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda plastik chiqindi tarkibining mahsulot hosildorligiga ta’siri o‘rganilgan [10:45]. Harorat ortishi bilan gazsimon mahsulotlar miqdori o‘rtadi, ishlab chiqarish miqdori esa kamayadi [10:47].

Lopez va hamkasblarining (2017) maqolasida ko‘rsatilgan sharh, katalitik piroliz, termik pirolizga nisbatan afzalliklarga ega ekanini takidlaydi [8:352]. HZSM-5 zeoliti ishtirokida HDPE ning 360°C haroratda gazsimon ishlab chiqarishi yuqori bo‘ladi [8:357].

Innovatsion texnologiyalar va xavfsizlik (katalitik qayta ishlash). Shen va Fu (2018) biomassa va plastik birlashmasi pirolizini o‘rganishgan [12:512]. Ularning tadqiqot natijalariga ko‘ra, sinergistik ta’sirlar natijasida gaz hosildorligi va uglerod strukturasi yaxshilanadi [12:518]. Bu usul aralashmani qayta ishlashda samaralidir.

ISSN 3030-3907

Miandad va hamkasblarining (2019) tadqiqotida katalitik piroliz asosidagi bio-neft zavodlari yo‘nalishi tahlil qilingan [9:1]. Katalitik piroliz bu plastik mahsulotlarni qayta ishlashning samarali va sifatli ishlab chiqarish usulidir [9:8].

2-jadval.

Turli piroliz texnologiyalarning taqqosiy tahlili

Texnologiya	Harorat (°C)	Chiqish (%)	Asosiy mahsulot	Manba
Termik piroliz	400-600	60-70	Suyuqlik harakati	[10:45]
Katalitik piroliz (HZSM-5)	360-450	70-85	Gazolin, gaz	[8:357]
Bug‘ bilan gazlashtirish	800-900	75-85	Singaz (H_2, CO)	[5:296]
Birgalikdagi piroliz	500-700	65-80	yaxshilangan yog‘	[12:515]

O‘zbekistondagi amaliy tatbiq. O‘zbekiston iqtisodiy foyda olish uchun kattalashtirish uchun energiya ishlab chiqarishni va alternativ energiya manbalarini oshirishga asosan e’tibor beradi [6:1]. 2024-yilda respublika miqiyosida energiya olishiga 1,3 milliard dollar sarmoya ajratdi [4:1]. Bu ishlab chiqarish yiliga 4,7 million tonna qattiq chiqindini qayta ishlash va 2027 yilga kelib 2,1 milliard kWh elektr energiyasi ishlab chiqaradi [4:1].

O‘zbekiston kimyo sanoati iqtisodiyotning muhim bir qismi bo‘lib, yalpi ichki mahsulotning 6,4% ni tashkil etiladi [3:1]. Ustyurt gaz-kimyo majmuasida polimer mahsulotlar ishlab chiqarish chiqindilarini qayta ishlash zavodi loyihasi ishlab chiqildi. Kunlik 10-12 tonna tar mahsulotini qayta ishlash orqali yillik 2000 tonna suyuq yoqilg‘i ishlab chiqarish va 1650 tonna uglerod elektrod materiallari olish mumkinligi ma’lum bo‘ldi.

O‘zbekiston Markaziy Osiyodagi birinchi korxonadan biri bio yoqilg‘i ishlab chiqarish zavodini qurishni rejalashtirmoqda [2:1]. Envirol kompaniyasi bilan hamkorlikda kuniga 500 000 litrdan ortiq quvvatga ega zavod barpo qilanadi. Bundan tashqari, Saudiya Arabistoni va Fransiya kompaniyalari bilan 78 million dollarlik iqtisodiy sanoatni boshqarish va ishlab chiqarish loyihasi amalga oshirilmoqda [7:1].

Ekologik va iqtisodiy samaradorlik. Termokimyoviy texnologiyalar ekologik foydalar ham beradi. Zaini va boshqalar (2020) o‘rganish yo‘nalishidagi tadqiqotlarda biomass bilan birgalikdagi gazlashtirish tar miqdorini oshirish uchun samarali usul ekanini ko‘rsatmoqda [14:117067]. Kimyoviy qayta ishlash orqali energiya olish variantiga nisbatan 50% kamroq iqlimiy ta’siri ko‘rsatishi aniqlangan [8:348].

Chiqindilardan olingan resurslardan foydalanish bir qator afzalliklarga ega:

ISSN 3030-3907

- Issiqxona gazlari emissiyasini 40% ni tashkil qiladi
- Chiqindilar hajmini 85% ga kamaytirish
- Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini diversifikatsiyalash
- Import o‘rnini bosish va energiyani ta’minlash

Chiqindilarni qayta ishlash yo‘li bilan yoqilg‘i olish loyihasi iqtisodiy yuk ustidagi yuqori rentabellikni ko‘rsatmoqda. O‘zbekistonda amalga oshirilayotgan ish o‘rinlarini yaxshilash, energiya ishlab chiqarish va qimmat import energiya manbalarini pasaytirish imkonini beradi [4:1].

Kelajak istiqbollari

Chiqindilardan yoqilg‘ilar olish texnologiyalari tez rivojlanmoqda. Zhang va boshqalar (2010) biomass piroliz orqali yoqilg‘ining samarasi yuqori ekanligini ko‘rsatib berdilar [15:87]. Abioye va hamkasblari (2024) esa biomass mahsulotlarini gazlashtirish orqali bioyoqilg‘ini tozalash so‘nggi yutuqlarni tahlil qilib berishdi [1:154643].

Innovatsion yo‘nalishlar orasida:

- Katalitik konversiya texnologiyalarini ta’minlash
- Yuqori samarali katalizatorlar ishlab chiqarish chiqish
- Gidrotermal gazlashtirish (400-700°C)
- Aralashni qayta ishlash tizimlari

Plastmassa chiqindilarni osongina va xavfsiz termokimyoviy yo‘llar bilan qayta ishlash va undan yuqori samara bilan energiya olish juda muhim [8]. Bu texnologiyani ishlab chiqarish O‘zbekiston uchun energiya mustaqilligini va uni ishlab chiqarishni hal qiladi.

Xulosa

Tadqiqot manbalari gaz-kimyo majmuasi korxonalarini utilizatsiya qilish orqali uglevodorod yoqilg‘ilarini ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari yuqori texnik ishlab chiqarishlarni va iqtisodiy samaradorlikka ega bo‘lish mumkinligini ko‘rsatmoqda.

Asosiy masalalar:

1. Termik gazlashtirish jarayonida 40-60% H_2 konsentratsiyasiga ega singaz olish mumkin, tozalash 15-25 MJ/m³ ni tashkil qiladi.
2. Katalitik piroliz HZSM-5 katalizatori ishtirokida 70-85% chiqish bilan yuqori sifatli gazolin va gaz mahsulotlari beradi.
3. O‘zbekistonda amalga oshirilayotgan WtE bo‘yicha yiliga 2,1 milliard kVt soat elektr energiyasi ishlab chiqarish va 4,7 million tonna chiqindini qayta ishlash mumkin.
4. Ustyurt gazkimyo majmuasidagi pilot loyiha rejasi yillik 2000 tonna ishlab chiqarish va 1650 tonna uglerod materiallari ishlab chiqarish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

5. Ekologik texnologiya issiqxona gazlari emissiyasini 40% ga va chiqindi mahsulot hajmini 85% ga kamaytirish imkoni yaratiladi.

Kelajakda innovatsion katalitik tizimlar, birgalikdagi piroliz va yuqori haroratli gazlashtirish texnologiyalarini joriy etish orqali iqtisodiy samaradorlikni yanada kuchaytirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abioye, K. J., Harun, N. Y., Sufian, S., & Yusuf, M. (2024). Advancements in biomass waste conversion to sustainable biofuels via gasification. Chemical Engineering Journal, 497, Article 154643.
2. Kengaytirilgan Bio Fuels AQSh. (2025). O‘zbekiston Markaziy Osiyodagi birinchi chiqindilardan bioyoqilg‘i ishlab chiqaruvchi zavodni ishga tushiradi. https://advancedbiofuelsusa.info/uzbekistan-set-to-launch-central-asia-s-first-waste-to-biofuel-plant dan olindi
3. Diplomat jurnali. (2023). O‘zbekiston kimyo sanoati: kimyo sanoati salohiyati. https://diplomatmagazine.eu/2023/06/05/chemical-industry-of-uzbekistan-potential-of-the-chemical-industry/ dan olindi.
4. Energynews. (2024). Uzbekistan invests $1.3 billion in waste-to-energy projects. Retrieved from https://energynews.pro/en/uzbekistan-invests-1-3-billion-in-waste-to-energy-projects/.
5. Erkiaga, A., Amutio, M., Lopez, G., Bilbao, J., & Olazar, M. (2013). Steam gasification of biomass in a conical spouted bed reactor with olivine and γ-alumina as primary catalysts. Fuel Processing Technology, 116, 292-299.
6. International Energy Agency. (2024). Uzbekistan energy profile: Sustainable development. Retrieved from https://www.iea.org/reports/uzbekistan-energy-profile/sustainable-development
7. Kun.uz. (2025). O‘zbekistonda chiqindilardan yoqilg‘i ishlab chiqarish bo‘yicha yangi loyiha ishga tushadi. https://www.kun.uz/uz/news/2025/06/23/uzbekistan dan olindi
8. Lopez, G., Artetxe, M., Amutio, M., Bilbao, J., & Olazar, M. (2017). Thermochemical routes for the valorization of waste polyolefinic plastics to produce fuels and chemicals: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 73, 346-368.
9. Miandad, R., Rehan, M., Nizami, A. S., Barakat, M. A., & Ismail, I. M. (2019). Catalytic pyrolysis of plastic waste: Moving toward pyrolysis based biorefineries. Frontiers in Energy Research, 7, Article 27.
10. Pinto, F., Costa, P., Gulyurtlu, I., & Cabrita, I. (1999). Pyrolysis of plastic wastes: Effect of plastic waste composition on product yield. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 51(1-2), 39-55.

ISSN 3030-3907

11. ResearchAndMarkets. (2025). Waste-to-Fuel Technology - Global Strategic Business Report. Retrieved from https://www.globenewswire.com/news-release/2025/06/05/3094560/0/en/.
12. Shen, Y., & Fu, Y. (2018). Synergistic effects during co-pyrolysis of biomass and plastic: Gas evolution and char structure. Bioresource Technology, 250, 512-520.
13. United Nations Environment Programme. (2024). Uzbekistan targets improved chemicals, waste management in key economic sectors. Retrieved from https://www.unep.org/technical-highlight/uzbekistan-targets-improved-chemicals-waste-management.
14. Zaini, I. N., Gomez-Rueda, Y., Kolb, T., & Dahmen, N. (2020). Co-gasification of refuse-derived fuel and biomass for enhanced tar reduction. Fuel, 266, Article 117067.
15. Zhang, Q., Chang, J., Wang, T., & Xu, Y. (2007). Review of biomass pyrolysis oil properties and upgrading research. Energy Conversion and Management, 48(1), 87-92.

ISSN 3030-3907