



MUQOBIL YOQILG‘I OLISH UCHUN BIOMASSANI TERMIK QAYTA ISHLASH JARAYONINI NAZARIY ASOSLARI.

Qarshi davlat texnika universiteti

“Tabbiy fanlar” kafedrası katta o‘qituvchisi

Xoliqov Komil Nurmahmatovich – ORCID: 0009-0001-1349-5773

xoliqov.80@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada biomassani termik qayta ishlash asosida muqobil yoqilg‘i olish jarayonining nazariy asoslari tahlil qilingan. Xususan, piroliz jarayonining mohiyati, harorat rejimlari, xomashyo namligi va zarracha o‘lchamining mahsulot chiqishiga ta’siri o‘rganilgan. Biomassa sifatida o‘simlik qoldiqlari va hayvonlarning organik chiqindilaridan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Piroliz jarayonida hosil bo‘ladigan gaz, suyuq va qattiq mahsulotlarning energetik ahamiyati asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan samarali foydalanish va ekologik muammolarni kamaytirishda piroliz texnologiyasining istiqbolliligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: biomassa, piroliz, muqobil yoqilg‘i, termik qayta ishlash, biogaz, qayta tiklanuvchi energiya.

Kirish. Hozirgi kunda energetik resurslarga bo‘lgan talabning ortib borishi, qayta tiklanmaydigan yoqilg‘i zaxiralarining kamayishi va ekologik muammolarning keskinlashuvi muqobil energiya manbalarini rivojlantirishni taqozo etmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 28 sentyabrdagi PF-166-son Farmonida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan keng foydalanish ustuvor vazifa etib belgilangan.

Biomassa energiyasi qayta tiklanuvchi, ekologik xavfsiz va mahalliy xomashyo manbai hisoblanadi. Uni termik qayta ishlash orqali gazsimon, suyuq va qattiq yoqilg‘ilar olish mumkin. Ushbu usullardan eng samaralilaridan biri piroliz



bo'lib, u yuqori haroratda kislorodsiz muhitda organik moddalarni parchalashga asoslanadi. Shu sababli biomassa pirolizi energetika va chiqindilarni qayta ishlash sohasida muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Adabiyotlar tahlili. Biomassani piroliz qilish bo'yicha respublika va xorijiy olimlar tomonidan keng qamrovli ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. O'zbekistonlik olimlar R.A. Zohidov, B.E. Xayriddinov, Sh.J. Imomov, G'.N. Uzoqov, R.T. Rabbimov, X.A. Davlonov, Sh.X. Ergashev va H.A. Almardonovlarning ilmiy ishlarida piroliz qurilmalarining konstruktiv yechimlari, harorat rejimlari va energiya samaradorligi masalalari yoritilgan.

Ilmiy manbalarda biomassa namligi 5–10 % oralig'ida bo'lganda piroliz mahsulotlarining chiqishi optimal bo'lishi qayd etilgan. Shuningdek, xomashyo zarracha o'lchamining 2–3 sm bo'lishi issiqlik almashinuvini yaxshilab, gaz hosil bo'lishini tezlashtirishi aniqlangan. Xorijiy tadqiqotlarda esa katalitik piroliz orqali gaz va suyuq yoqilg'ilar unumini oshirish mumkinligi ko'rsatilgan.

Natijalar. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, biomassa pirolizi natijasida uch xil asosiy mahsulot olinadi: piroliz gazi, piroliz smolasi va qattiq qoldiq (aktiv ko'mir). Piroliz gazi tarkibida yonuvchan komponentlarning yuqori ulushi mavjud bo'lib, u issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqarishda qo'llanishi mumkin. Suyuq piroliz mahsulotlari aromatik uglevodorodlarga boy bo'lib, kimyo sanoati uchun xomashyo vazifasini bajaradi. Qattiq qoldiq esa yoqilg'i yoki adsorbent sifatida foydalaniladi. Jarayon davomida haroratning 600–950 °C oralig'ida bo'lishi, reaktordagi bosim va sovutish tizimining samarali ishlashi umumiy energiya chiqishini oshirishga xizmat qiladi. Hayvon chiqindilarini piroliz qilish orqali ekologik xavfsiz biogaz olish va chiqindilar hajmini kamaytirish mumkinligi aniqlandi.

Ekologik muammolarni keskinlashuvi, qayta tiklanmaydigan energoresurslar zahirasini tobora kamayib borishi, ularni tannarxi oshishi, organik chiqindilarni qayta ishlash, ularni issiqlik va boshqaturdagi energiyaga aylantirish muammosini



tezroq hal qilishni biotexnologiyaning eng dolzarb masalalari qatoriga ko'tarib qo'ydi.

Ma'lumki, hayvonlar o'simliklar asosida yaratilgan ozuqa energiyasini yomon hazm qiladi va ularning yarmidan ko'prog'i organizmga so'rilmadan axlat, go'ng holatida chiqib ketadi. Eng avvalo hayvonlardan chiqqan bu chiqindidan organik o'g'it sifatida foydalaniladi. Buni o'rniga ushbu chiqindidan tiklanadigan energiya manbai sifatida foydalansa bo'ladi.

Piroliz yuqori temperatura ta'sirida uglevodorodlarini to'la parchalovchi jarayonlardan hisoblanadi.

Piroliz—bu yuqori haroratli reaktor bo'lib, asosan etilen va boshqa to'yinmagan uglevodorodlarni olish uchun ishlatiladigan xom ashyoning turiga qarab (tabiiy gaz, gaz kondensati, kerosin, gazoyil, ligroin) keng oraliqdagi haroratda (600–950⁰ C) amalda 670–720⁰ C larda va atmosfera bosimida ligroinli yoki kerosinli fraksiyalarning chukur parchalanishi hamda ikkilamchi jarayonlar natijasida xom ashyoning xossasiga nisbatan 50 % gacha unum bilan gaz (tarkibida 30 % alkanlar saqlaydi) va 45–47 % moy olinadi.

Piroliz neft ximiyaviy sintezi uchun sanoatda xomashyo olishni eng muhim metodlaridan biri hisoblanadi. Pirolizning maqsadga muvofiq mahsuloti—gaz, chegarasi beqiyos boy bo'lgan uglevodorodlar bo'lib, etelen, propilen, butadienlar bilan bog'liq. Bu uglevodorodlar asosida plastik massa, sinteks tola, kauchuk va boshqa muhim mahsulotlar ishlab chaqarish polimerlar olinadi.

Pirolizning birinchi zavodlari Rossiyaning Kiev va Qozon shahrlarda XIX asrning 70–yillarida qurilgan edi. Piroliz jarayonida aromatli uglevodorodlar smolasidan ajralish imkoniyati isbotlandi. Piroliz birinchi jahon urushi yillari (1914–1918) da trotil (trinitrotoluol), ya'ni toluol xomashyoni ishlab chiqarilgan katta talab paytda bo'lgandi.

Piroliz uchun xomashyo har xil gazsimon uglevodoroddan, ya'ni (etan, propan) og'ir distilyat va xom neftgacha kiradi. Ammo, Piroliz qayta ishlayotgan



asosiy massa gazsimon uglevodorod va benzin xom ashyosi hisoblangan. Bu xom ashyo turlari eng kam koks aylanishda eng ko‘p kerakli mahsulot turi hisoblanadi. Ishlab chiqarishda sanoatida asosiy keng tarqalgani Piroliz qurilmasining silindrsimon tipi keng tarqalgan. Xomashyo bug‘li qizitgichdan o‘tib, pechga tushishidan oldin qizigan suv bug‘i bilan aralashadi va xomashyo pechda qizish davom etadi. Bu albatta piroliz jarayoni yuqori temperatura amalga oshadi. Bu temperatura reaktorda $600-950^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi. Qisqa vaqtda xomashyoni parchalanish zonasida yuqori temperatura va xomashyoni suv bug‘i bilan aralashishi natijasida piroliz gazi hosil bo‘ladi. Piroliz gaz hosil bo‘lishi bilan birga qo‘shimcha suyuq maxsulot ya’ni piroliz–smolasi va qattiq maxsulotlar (aktiv ko‘mir) ham hosil bo‘ladi.

Piroliz smolasi aromatik uglevodorodlari yuqori konsentratsiyasi bilan tavsiflanadi. Bunga benzol, toluol, naftalin va boshqalari ham kirsa, shunindek ko‘pgina organik maxsulotlarni sintezi uchun bu xomashyo o‘rinli bo‘ladi. Smola komponentlari yuqori oktonli benzin, aromatik uglevodorod va moddalarni bog‘lovchi elektrodli neft kokslarni ishlab chiqarish uchun qo‘llaniladi. Uydagi jadvalda oddiy turdagi xomashyo smola pirolizi gazining komponentlarni taxminiy chiqishi berilgan.

Neft pirolizni va boshqa xomashyoni ancha og‘ir turlar koksni sezilarli darajada yopishqoq qoldig‘i kuzatiladi va bu maxsulotlarni maxsus apparatlar yordamida tarkibini o‘rganish talab etadi.

Pirolizni texnik–iqtisodiy ko‘rsatkichini oshirish maqsadida katalitik (katolicheskiy) jarayon texnologiyasi ishlab chiqmoqda. Pirolizni gazsimon xomashyo usuli amalga oshirilishi, ayniqsa xomashyoni 950°C ga yaqin haroratda ancha yuqori issiqlik almashinuviga olib keladi.

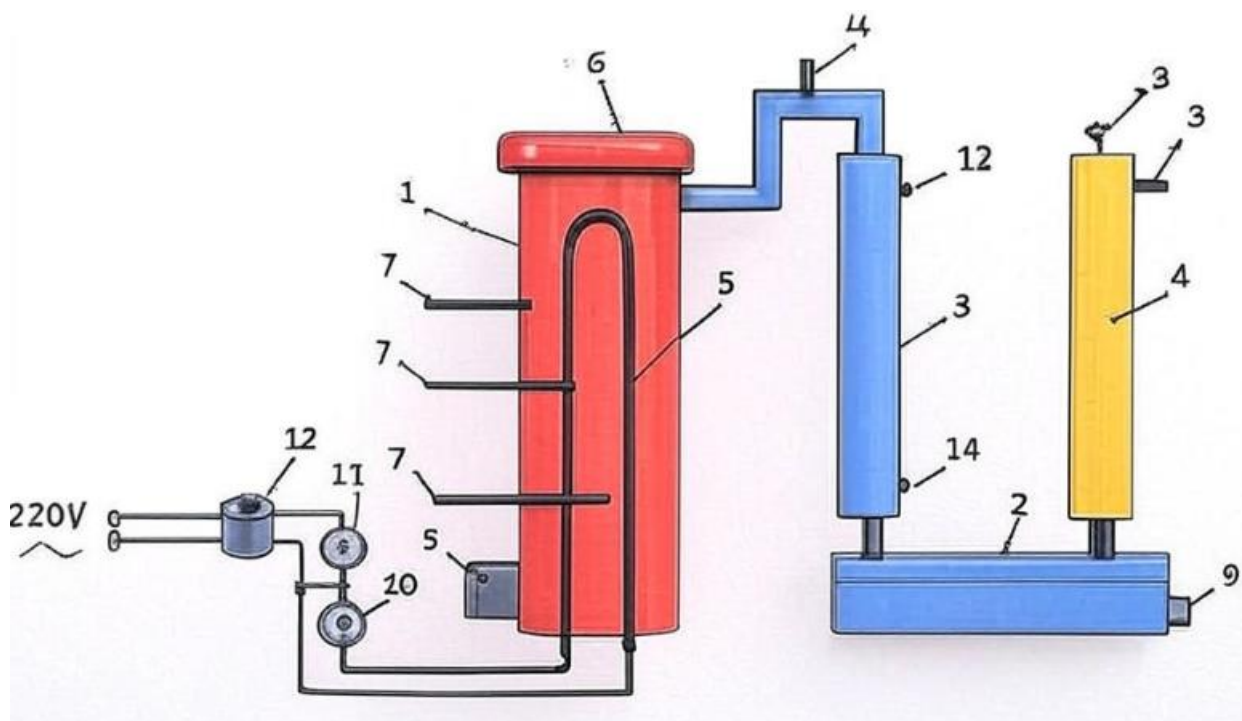
Rivojlangan mamlakatlarda yirik mayda hayvonlar (nafaqat ular) yirik fermalarda va komplekslarda to‘planib, boqiladi. Bu esa boshqa mahsulotlar qatori ularni chiqindilaridan (axlatlaridan) atrof–muhitni ifloslantirmasdan foydalanish



imkoniyatini yaratadi. Hayvon axlatlaridan oqilona foydalanishni yo‘llaridan biri ularni piroliz qilishdir. Bu jarayonda axlatni qizdirish orqali suv bug‘lari chiqari piroliz gazini olish mumkin.

Piroliz qilish – biomassani energiyaga aylantirish jarayoni qadim–qadimlardan ma’lum bo‘lgan jarayondir. U 1776 yilda Volta tomonidan ochilgan bo‘lib, dastlab u botqoqlardagi gazda metan borligini aniqlagan. Mana shu jarayonda hosil bo‘ladigan biogaz 65 % metan, 30 % karbonat angidrid, 1 % oltingugurt kislotasi (H_2C) va unchalik ko‘p bo‘lmagan miqdorda azot, kislorod, vodorod va uglerod ikki oksidi saqlaydi.

Jaxonda energiya tangligi tufayli qishloq xo‘jalik hayvonlari chiqindilaridan hamda daraxt qirindilaridan piroliz gaz ishlab chiqarish jarayoni amalga oshirilgan. (1-rasm).



1-rasm. Piroliz qurilmasining sxemasi.

Bu texnologik jarayon quyidagicha olib boriladi:

- daraxt o‘tinini, g‘o‘zapoya o‘tinini, hayvonlarning organik chiqindilarini kattaliligi 2–3 sm gacha maylaniladi;
- maydalangan biomassani namlik darajasi 5–10 % gacha quritiladi;



- biomassani tarozi yordamida aniq o'lchami olinadi;
- o'lchangan biomassa piroliz reaktoriga solinadi va qopqog'i yopiladi;
- piroliz reaktori qizdiriladi;
- qizdirilgan reaktorning temperaturasi har 3–5 daqiqa davomida o'lchab boriladi;
- piroliz davomida reaktorda o'rnatilgan barometr orqali bosimni o'lchab boriladi;
- piroliz gazi chiqib boshlagan keyin gaz hisoblagich orqali gazni o'lchab boriladi;
- piroliz jarayoni tugagandan so'ng suyuq yoqilg'ini va qattiq yoqilg'ini tarozi yordamida o'lchanadi.

Piroliz davomida sovutkichdan chiqadigan issiq suvni temperaturasi aniqlanadi.

Xulosa. Biomassani termik qayta ishlash, xususan piroliz jarayoni orqali muqobil yoqilg'ilar olish bugungi kunda energetika va ekologiya sohasidagi eng istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 28 sentyabrdagi PF-166-son Farmonida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan samarali foydalanish ustuvor vazifa etib belgilanganligi, ushbu yo'nalishdagi ilmiy va amaliy tadqiqotlarning dolzarbligini yanada oshiradi. Biomassadan energiya olish nafaqat ekologik toza elektr va issiqlik energiyasi ishlab chiqarishga, balki organik chiqindilarni qayta ishlash orqali atrof-muhitga tushayotgan antropogen yuklamani kamaytirishga ham xizmat qiladi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, piroliz jarayoni yuqori harorat ta'sirida biomassaning murakkab organik birikmalarini gazsimon, suyuq va qattiq yoqilg'i mahsulotlariga ajratish imkonini beradi. Jarayon natijasida hosil bo'ladigan piroliz gazi, suyuq piroliz smolasi va qattiq qoldiq (aktiv ko'mir) energetika, kimyo sanoati va qishloq xo'jaligida keng qo'llanish salohiyatiga ega. Ayniqsa, piroliz gazining



tarkibida yonuvchan komponentlarning yuqori ulushi uni muqobil yoqilg'i sifatida samarali ishlatish imkonini beradi.

Respublikamiz olimlari tomonidan olib borilgan tadqiqotlar piroliz jarayonida harorat rejimi, biomassa namligi va zarracha o'lchamlarining mahsulot chiqishiga bevosita ta'sir qilishini ko'rsatdi. Biomassani oldindan quritish, optimal fraksiyalarda maydalash va reaktorda barqaror haroratni ta'minlash piroliz samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Shuningdek, quyosh energiyasi va biomassa energiyasini integratsiyalash orqali piroliz qurilmalarining umumiy energiya samaradorligini oshirish mumkinligi ilmiy jihatdan asoslab berilgan.

Hayvonlar va o'simliklardan hosil bo'ladigan organik chiqindilarni piroliz qilish ularni oddiy o'g'it sifatida ishlatish bilan cheklanib qolmasdan, yuqori qo'shimcha qiymatga ega energiya resurslariga aylantirish imkonini beradi. Bu esa qishloq xo'jaligi va chorvachilikda chiqindisiz texnologiyalarni joriy etishga, mahalliy energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirishga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, biomassani piroliz qilish asosida muqobil yoqilg'ilar olish texnologiyasi O'zbekiston sharoitida energetik xavfsizlikni mustahkamlash, ekologik barqarorlikni ta'minlash va qayta tiklanuvchi energiya manbalari ulushini oshirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlarni chuqurlashtirish, zamonaviy reaktor va katalitik texnologiyalarni joriy etish kelgusida iqtisodiy va ekologik jihatdan samarali energiya tizimini shakllantirishga zamin yaratadi.

Adabiyotlar ro'yxati

1.Kholikov, Komil. "Determination of the fraction composition of bio-oil products in a laboratory device." *BIO Web of Conferences*. Vol. 71. EDP Sciences, 2023.

2. Nurmahmatovich, Kholikov Kamil. "The influence of the main technological parameters on the pyrolysis process." *European Scholar Journal* 3.11 (2022): 35-38.



3. Nurmahmatovich, Xoliqov Komil. "Trubkasirnon piroliz pechidan olingan mahsulotlar va ularning tarkibi. Лучшие интеллектуальные исследования, 20 (4), 108–113." 2024,

4. Узаков, Г. Н., Давлонов, Х. А., Хужакулов, С. М., & Холиков, К. Н. (2019, May). Оценка энергетической эффективности пиролизной установки для систем топливоснабжения теплиц. In *Proceedings of the XIII international Scientific and Practical Conference «International Trends in Science and Technology* (Vol. 1, pp. 33-35).

5. Uzakov, G. N., H. A. Davlonov, and K. N. Xoliqov. "Applied Solar Energy, 2020, Vol. 54, No. 6." (2019): 481-484.

6. Uzakov, G. N., H. A. Davlonov, and K. N. Holikov. "Study of the influence of the source biomass moisture content on pyrolysis parameters." *Applied Solar Energy* 54.6 (2018): 481-484.

7. Холиков, Комил Нурмахматович. "Бионефт маҳсулотларининг фракцион таркибини лаборатория қурилмасида аниқлаш." *Лучшие интеллектуальные исследования* 7.1 (2023): 16-24.

8. Холиков, Комил Нурмахматович. "Пиролиз қурилмасининг иссиқлик алмашинуви ва иссиқлик ўтказиш жараёнини аниқлаш." *Ta'lim Innovatsiyasi va Integratsiyasi* 7.1 (2023): 137-146.

9. Uzakov, G. N., X. A. Davlonov, and K. N. Holikov. "Study of the Influence of the Source Biomass Moisture Content on Pyrolysis Parameters. Applied Solar Energy, 54 (6), 481–484." 2018,

10. Nurmahmatovich, Kholikov Komil. "General information about bioneft products." *British Journal of Global Ecology and Sustainable Development* 10 (2022): 121-124.

11. Nurmahmatovich, Kholikov Komil. "General information about bioneft products." *British Journal of Global Ecology and Sustainable Development* 10 (2022): 121-124.



12. Nurmahmatovich, Kholikov Komil. "Renewable Energy is A Traditional Energy Production technology." *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal* 10.2 (2022): 407-409.

13. Салайдинов, Ачил Мейлиевич, and Комил Нурмахматович Холиков. "Алгоритмические приёмы в процессе решения физических задач." *World scientific research journal* 22.1 (2023): 53-60.

14. Нурмахматович, Холиков Комил. "Возобновляемая энергетика— традиционная технология производства энергии." *Международный журнал междисциплинарных исследований Galaxy* 10.2 (2022): 407-409.

15. Nurmahmatovich, Xoliqov Komil. "Biomassani qayta ishlash orqali energetik jihatdan qimmatli mahsulotlarga aylantirish texnologiyalari." *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности* 3.1 (2025): 182-185.

16. Nurmahmatovich, Xoliqov Komil. "Xomashyoni piroliz qilish va uning energiyasini texnologik jarayonlarida qo 'llanishi yo 'llari." *International Journal Of Integrated Sciences* 1.1 (2025)

17. Салайдинов, Ачил Мейлиевич, and Комил Нурмахматович Холиков. "Последовательности и пределы при решение физических задач." *ACTIVIST SCIENCE* 1.1 (2025).

18. Турсунов, М., Сабилов, Х., Холов, У., Холиков, К. и Эшматов, М. (ноябрь 2025 г.). Моделирование эффективности фотоэлектрических и фототермических аккумуляторов с использованием программного обеспечения Python. В материалах конференции AIP (том 3331, № 1, стр. 030062). AIP Publishing LLC.