

**PIROLIZ JARAYONIDA IKKI BOSQICHLI YONISH TIZIMINI
TAKOMILLASHTIRISH IMKONIYATLARI**

Karimov Elbek To'lqin o'g'li,

Jizzax politexnika instituti assistenti eltnkr98@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada biomassa asosidagi piroliz jarayonida ikki bosqichli yonish tizimining konstruktiv va funksional jihatlarini takomillashtirish imkoniyatlari o'rganiladi. Piroliz natijasida hosil bo'lgan yonuvchi gaz va qattiq qoldiqlarning to'liq va samarali yonishini ta'minlash uchun ikki bosqichli yonish texnologiyasi qo'llanilishi muhim hisoblanadi. Mazkur texnologiyada birinchi bosqichda past kislorodli muhitda pirolitik gaz hosil qilinadi, ikkinchi bosqichda esa bu gaz optimal sharoitda, qo'shimcha havo berilishi orqali to'liq yonadi. Maqolada ushbu tizimning harorat rejimi, gaz oqimining yo'nalishi, havo taqsimoti va yonish kamerasi dizayniga ta'siri nazariy tahlil qilinadi. Shuningdek, ikki bosqichli yonish orqali ajraladigan issiqlik miqdori va chiqindi gazlar tarkibi bo'yicha ekologik afzalliklar ko'rib chiqiladi. Taklif etilayotgan yechimlar qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni samarali tashkil qilish, sanoat va maishiy ehtiyojlar uchun energiya ishlab chiqarish jarayonlarida ekologik xavfsizlikni ta'minlashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Piroliz, ikki bosqichli yonish biomassa, energiya samaradorligi, issiqlik energiyasi, ekologik xavfsizlik, termokimyoviy jarayonlar, chiqindi gazlar, yoqilg'i gazlari, qayta tiklanuvchi energiya.

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности совершенствования конструктивных и функциональных аспектов двухступенчатой системы сгорания в процессе пиролиза на основе биомассы. Для обеспечения полного и эффективного сгорания горючих газов и твердых остатков, образующихся в результате пиролиза, важно применение двухстадийной технологии сгорания. В данной технологии на первом этапе образуется пиролитический газ в низкокислородной среде, а на втором этапе этот газ полностью сгорает в оптимальных условиях за счет подачи

дополнительного воздуха. В статье теоретически анализируется влияние этой системы на температурный режим, направление потока газа, распределение воздуха и дизайн камеры сгорания. Также будут рассмотрены экологические преимущества по количеству тепла, выделяемого при двухступенчатом сгорании, и составу выхлопных газов. Предлагаемые решения способствуют эффективной организации использования возобновляемых источников энергии, энергии для промышленных и бытовых нужд.

Ключевые слова: Пиролиз, двухстадийное сжигание биомассы, энергоэффективность, тепловая энергия, экологическая безопасность, термохимические процессы, выхлопные газы, топливные газы, возобновляемая энергия.

Abstract. This article examines the possibilities of improving the structural and functional aspects of a two-stage combustion system in the process of pyrolysis based on biomass. To ensure the complete and efficient combustion of combustible gases and solid residues formed as a result of pyrolysis, it is important to use a two-stage combustion technology. In this technology, in the first stage, pyrolytic gas is created in a low-oxygen environment, and in the second stage, this gas is completely burned under optimal conditions by supplying additional air. The article provides a theoretical analysis of the influence of this system on the temperature regime, gas flow direction, air distribution, and design of the combustion chamber. The ecological advantages of the amount of heat released during two-stage combustion and the composition of exhaust gases will also be considered. The proposed solutions are aimed at the effective organization of the use of renewable energy sources, energy for industrial and domestic needs.

Keywords: Pyrolysis, two-stage combustion biomass, energy efficiency, thermal energy, environmental safety, thermochemical processes, exhaust gases, fuel gases, renewable energy.

Kirish. Biomassa — bu organik kelib chiqishga ega bo‘lgan, asosan o‘simlik va hayvon qoldiqlaridan tashkil topgan tabiiy resurs bo‘lib, u energiya olish manbasi

sifatida keng qo'llanilishi mumkin. Biomassaning asosiy afzalliklaridan biri — u qayta tiklanuvchi manba bo'lib, tabiiy ravishda doimiy ravishda hosil bo'lib turadi. An'anaviy qazilma yoqilg'ilardan farqli o'laroq, biomassa energiyasi atrof-muhitga nisbatan kam zarar yetkazadi va karbon neytral hisoblanadi, ya'ni yonish natijasida ajralgan karbon dioksid o'simliklar fotosintezi orqali yana qayta singdiriladi. Bugungi kunda energiya xavfsizligi, iqlim o'zgarishi va chiqindilarni kamaytirish dolzarb muammolar qatoriga kiradi. Shu nuqtai nazardan qaralganda, biomassa energiyasi ushbu muammolarning yechimiga xizmat qiluvchi muqobil manba sifatida alohida e'tiborga loyiqdir. Ayniqsa, qishloq xo'jaligi va maishiy chiqindilarni energetik resurs sifatida qayta ishlash imkoniyati orqali chiqindilarning kamayishi va energiya ishlab chiqarishning barqarorligi ta'minlanadi.

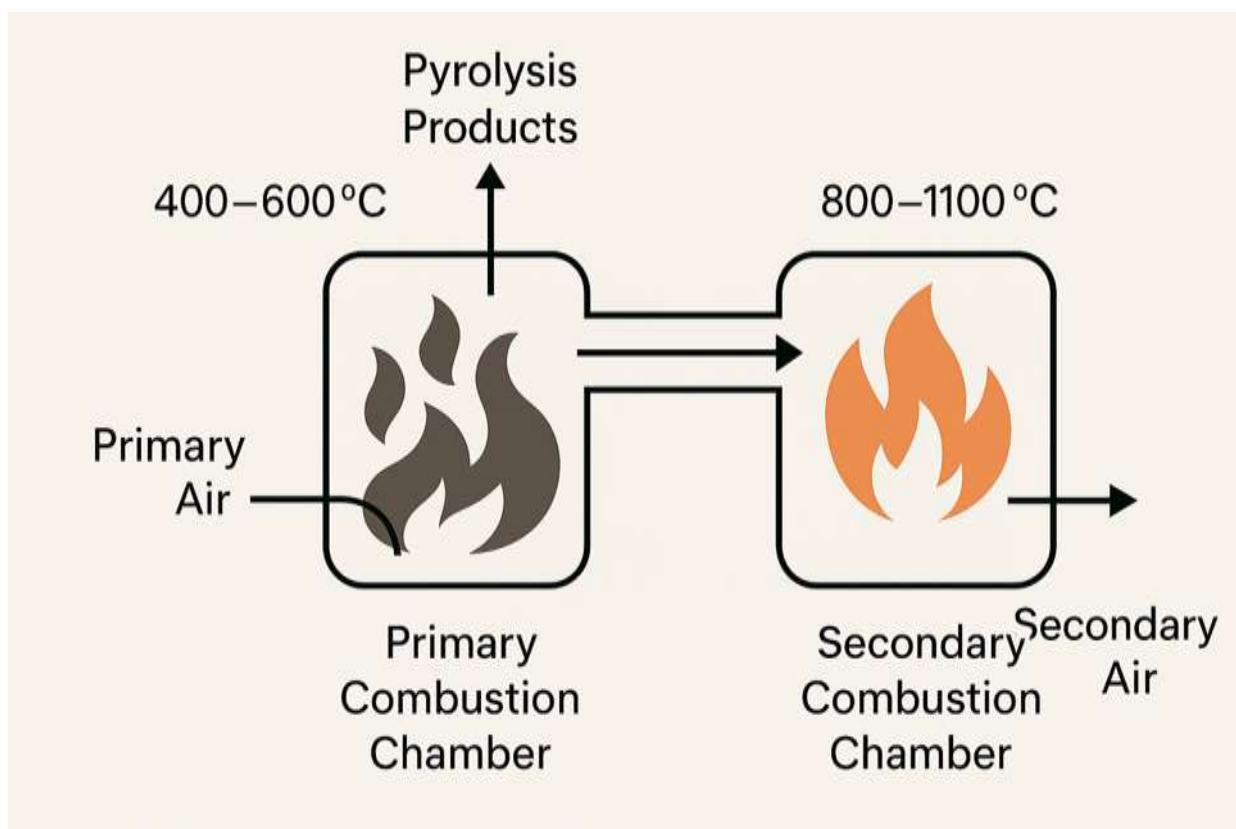
Biomassadan piroliz, gazifikatsiya, biogaz va yonish kabi turli texnologiyalar orqali energiya olish mumkin. Aynan piroliz jarayoni biomassa tarkibidagi kimyoviy energiyani gaz, suyuq va qattiq holatdagi mahsulotlarga ajratib, ularni issiqlik yoki elektr energiyasiga aylantirishda muhim rol o'ynaydi. Bunda ikki bosqichli yonish tizimlarining integratsiyasi piroliz mahsulotlarining to'liq va samarali yoqilishini ta'minlab, chiqindi gazlar miqdorini kamaytirishga xizmat qiladi.

Shunday qilib, biomassa nafaqat muqobil energiya manbai, balki ekologik muammolarni bartaraf etishda va resurslarni tejashda ham strategik ahamiyatga ega hisoblanadi.

Piroliz texnologiyasining energetik va ekologik afzalliklari. Piroliz — bu organik materiallarni kislorodsiz yoki juda cheklangan kislorod muhitida yuqori haroratda parchalanishini ifodalovchi termokimyoviy jarayon bo'lib, u biomassa va boshqa organik chiqindilarni energiyaga aylantirishda samarali texnologiya hisoblanadi. Piroliz jarayonida asosiy mahsulotlar sifatida pirolitik gaz (syngas), suyuq yoqilg'ilar (pirolitik yog') va qattiq qoldiq (biochar) hosil bo'ladi. Ushbu mahsulotlar issiqlik energiyasi, elektr energiyasi ishlab chiqarish yoki qayta ishlanadigan yoqilg'i sifatida ishlatilishi mumkin. Energetik nuqtai nazardan, piroliz

texnologiyasi biomassa energiyasini yuqori darajada o'zlashtirish imkonini beradi. Pirolitik gazning yuqori kalorifik qiymati va nazorat qilinadigan yonish xususiyatlari uni yuqori samarali energiya manbaiga aylantiradi. Shu bilan birga, biochar qishloq xo'jaligida tuproq unumdorligini oshirishda yoki ko'mirga muqobil sifatida ishlatilishi mumkin. Piroliz mahsulotlari saqlanishi va transport qilinishi jihatidan ham afzalliklarga ega bo'lib, ularni yil davomida foydalanish uchun zaxiralash imkoniyati mavjud.

Ekologik jihatdan piroliz chiqindilarni kamaytirish va atmosferaga chiqariladigan zararli gazlarni minimallashtirish imkonini beradi. Qazilma yoqilg'ilarga nisbatan karbon izini sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Bundan tashqari, biochar atmosferadagi karbonni tuproqda ushlab qolish orqali iqlim o'zgarishiga qarshi kurashda muhim rol o'ynaydi. Shuningdek, piroliz jarayonida dioksinlar va boshqa toksik moddalar miqdori deyarli yo'q darajada bo'ladi, bu esa ekologik xavfsizlik darajasini oshiradi.



Piroliz bosqichi: harorat diapazoni va issiqlik uzatish xususiyatlari. Piroliz bosqichi — bu biomassa tarkibidagi organik birikmalarning yuqori haroratda,

kislorod yo‘qligida yoki juda past miqdorda mavjud bo‘lgan holatda termokimyoviy parchalanishi bosqichidir. Bu jarayonda biomassa qattiq (biochar), suyuq (pirolitik yog‘) va gazsimon (syngas) mahsulotlarga ajraladi.

Past haroratli piroliz (300–500°C): ko‘proq biochar olish uchun mos. Energiya ajralishi nisbatan past bo‘ladi.

O‘rta haroratli piroliz (500–700°C): suyuq va gaz mahsulotlari muvozanatda hosil bo‘ladi.

Yuqori haroratli piroliz (>700°C): asosan syngas (pirolitik gazlar) olish uchun qulay, energiya ajralishi yuqori.

Issiqlik uzatish xususiyatlari: Piroliz jarayonida issiqlik konduksiya (issiqlik o‘tkazuvchanlik), konveksiya (harakatdagi gaz/suyuq orqali uzatish) va ba’zida nurlanish orqali uzatiladi. Biomassaning shakli, namligi, zichligi va granulometriyasi (zarracha o‘lchami) issiqlikning samarali uzatilishiga bevosita ta’sir qiladi. Tez piroliz uchun yuqori harorat va tez issiqlik berilishi zarur; bu holat asosan suyuq mahsulotlar olishga qulaylik yaratadi. Sekin pirolizda esa issiqlik asta-sekin beriladi, ko‘proq biochar hosil bo‘ladi.

- **Birlamchi va ikkilamchi yonish kameralarida harorat va havo balansi quydagicha bo‘ladi:** Ikki bosqichli yonish tizimi pirolitik gazlarni to‘liq va samarali yoqish orqali chiqindi gazlarning ekologik xavfini kamaytirish va energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan. Birlamchi yonish kamerasida kamerada piroliz mahsuloti hosil bo‘ladi. Asosan past kislorodli sharoit yaratiladi ($\leq 10\%$ havo). Harorat odatda 400–600°C atrofida bo‘ladi. Bu yerda gazlar, suyuq va qattiq mahsulotlarga ajraladi, ammo gazlar hali to‘liq yonmagan bo‘ladi. Ikkilamchi yonish kamerasida pirolitik gazlar ikkinchi kameraga o‘tadi, bu yerda yetarli miqdorda kislorod beriladi (qo‘shimcha havo). Harorat **800–1100°C** gacha yetadi — aynan bu sharoitda to‘liq yonish amalga oshadi. Ushbu bosqichda CO, CH₄, kabi yonuvchi gazlar CO₂ va H₂O ga aylantiriladi. Havo balansi ham o‘z navbatida ikki guruhga birlamchi va ikkilamchi havo tarziga bo‘linadi:
 - **Birlamchi havo:** piroliz uchun minimal darajada (5–15%) beriladi.

- **Ikkilamchi havo:** pirolitik gazlarni to'liq yoqish uchun etarli darajada (85–95%) beriladi.

Havo balansi **lambda koeffitsienti** (λ) bilan ifodalanadi:

- $\lambda < 1$ — havo tanqisligi (piroliz bosqichi).
- $\lambda \approx 1-1.2$ — to'liq yonish uchun optimal muhit (ikkilamchi bosqich).

Ilmiy nuqtai nazardan ushbu ikki bosqichli tizimda harorat farqi yonish sifatiga bevosita ta'sir qiladi. Yuqori haroratli ikkilamchi bosqich dioksinlar, formaldegid kabi zararli gazlarning kamayishiga sabab bo'ladi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda biomassa asosida energiya olishda piroliz jarayonini ikki bosqichli yonish tizimi orqali takomillashtirishning ilmiy-nazariy asoslari o'rganildi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, ikki bosqichli yonish tizimi pirolitik gazlarning to'liq va samarali yoqilishini ta'minlaydi hamda chiqindi gazlarning zararli tarkibini sezilarli darajada kamaytiradi. Piroliz jarayonining harorat diapazoni, issiqlik uzatish xususiyatlari va havo balansi parametrlari aniq belgilab berilishi, tizim samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Birlamchi yonish kamerasi past kislorodli va nisbatan past haroratli muhitda pirolitik gazlarni hosil qilsa, ikkilamchi yonish kamerasi esa yuqori harorat va optimal havo ta'minoti orqali ushbu gazlarning to'liq yonishini ta'minlaydi. Bu esa issiqlik energiyasining maksimal darajada ajralishiga, chiqindi gazlar tarkibidagi CO, CH₄ va boshqa zararli komponentlarning kamayishiga olib keladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, ikki bosqichli yonish tizimining konstruktiv va funktsional jihatdan optimallashtirilishi — biomassa asosida qayta tiklanuvchi energiya olish samaradorligini oshirish, ekologik xavfsizlikni ta'minlash va chiqindilarni energiyaga aylantirish texnologiyasini yanada rivojlantirish uchun muhim asos bo'lib xizmat qiladi. Kelgusida amaliy tajribalar asosida bu tizimni modellashtirish va prototipini ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020 - 2030 yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Farmoni PF-5853-son 23.10.2019 yil.
2. Ichimlik suv ta'minoti va oqova suv tizimini yanada takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida PQ-343-son. 24.10.2023 yil.
3. **Nazirov S.O' (2024) "Global suv tanqisligi va o'zbekiston hududlariga suv tanqisligi muammosining ta'siri", Global iqlim o'zgarishi oqibatlarini, suv tanqisligini yumshatishning hozirgi holati va istiqbollari" xalqaro ilmiy-amaliy konfrensiya 145-148-betlar 2024-y 19-20-mart.**
4. Morozova, K.M. Prinsipi rascheta sistem biologicheskoy ochistki stochnix vod [Tekst] / K.M. Morozova // Vodosnabjenie i sanitarnaya texnika. - 2009. 26-31-betlar.
5. Каримов Э. Т. (2023). МАМАЛАКАТИМИЗДА ЕНГИЛ АВТОМОБИЛ ЮВИШ ШАХОБЧАЛАРИНИНГ ОҚОВА СУВЛАРИНИ ОҚИЗИШДА ЯНГИ ТИЗИМЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ. Educational Research in Universal Sciences, 2(11), 263–267.
6. Sattorov A., & Karimov , E. (2023). QURILISH MATERIALINI ISHLAB CHIQUVCHI SANOAT PECHLARIDA GAZ YOQILG'ISI YONUV ISSIQLIQ MIQDORLARINING NAZARIY TENGLAMALARINI TUZISH. Educational Research in Universal Sciences, 2(11), 313–317.
7. Sattorov A., & Karimov , E. (2023). HAVO ALMASHINUV TIZIMIDA UYNI ISITISHGA SARFLANADIGAN ISSIQLIK QIYMATINI XISOBLASH. Educational Research in Universal Sciences, 2(11), 318–321.