

UO‘K 621.474

KOGENERATSION BIOENERGETIK QURILMA ASOSIDA AVTONOM ENERGIYA TA‘MINOTI TIZIMINI TADQIQOT QILISH

Rustamov Suhrob Shuhrat o‘g‘li¹ – doktorant (PhD), e-mail: suxrob-zam@mail.ru
Davlonov Xayrulla Allamurodovich² – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,
e-mail: xayrulla.davlonov@bk.ru

¹Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, Buxoro sh., O‘zbekiston

²Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida biomassa chiqindilarini termik qayta ishlash orqali muqobil yoqilg‘ilar olish, avtonom iste‘molchilarni issiqlik va elektr energiyasi bilan ta‘minlash qurilmasining dastlabgi tajriba va tahlillari keltirilgan. Tadqiqot davomida piroliz qurilmasida turli xil biomassa chiqindilarini 400-500 °C haroratda termik qayta ishlab, olingan muqobil yoqilg‘ilarning tarkibiy tuzilishi o‘rganib chiqilgan. Muqobil yoqilg‘i olish jarayonining issiqlik texnik xususiyatlari va ularga ta‘sir etuvchi omillar ilmiy-nazariy tahlillar asosida aniqlangan. Shuningdek tajriba qurilmasining issiqlik, energetik sxemalari ishlab chiqilgan va parametrlari asoslangan.

Kalit so‘zlar: biomassa, reaktor, energiya, muqobil yoqilg‘i, kogeneratsiya, issiqlik energiyasi, avtonom iste‘molchi, generator, elektr energiyasi, qozon qurilmasi.

УДК 621.474

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Рустамов Сухроб Шухрат угли¹ – докторант (PhD), e-mail: suxrob-zam@mail.ru
Давлонов Хайрулла Алламурадovich² – доктор философии по техническим наукам (PhD),
доцент, e-mail: xayrulla.davlonov@bk.ru

¹Бухарский инженерно-технологический институт, г. Бухара, Узбекистан

²Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. В данной работе представлены результаты предварительных экспериментов и анализа устройства для получения альтернативных видов топлива путем термической переработки отходов биомассы для обеспечения автономных потребителей теплом и электроэнергией. В ходе исследований изучен состав альтернативных топлив, полученных путем термической переработки различных отходов биомассы при температуре 400-500 °C в пиролизной установке. Определены теплотехнические характеристики процесса производства альтернативного топлива и факторы, влияющие на них. Также были разработаны тепловые и энергетические схемы экспериментальной когенерационной установки и обоснованы его параметры.

Ключевые слова: биомасса, реактор, энергия, альтернативное топливо, когенерация, тепловая энергия, автономный потребитель, генератор, электроэнергия, котельная установка.

UDC 621.474

RESEARCH OF AN AUTONOMOUS ENERGY SUPPLY SYSTEM BASED ON A COGENERATION BIOENERGY DEVICE

Rustamov Sukhrob Shukhrat ogli¹ – Doktoral student (PhD), e-mail: suxrob-zam@mail.ru
Davlonov Khayrulla Allamurudovich² - Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),
Associate Professor, e-mail: xayrulla.davlonov@bk.ru

¹Bukhara Engineering and Technology Institute, Bukhara city, Uzbekistan

² Karshi Engineering-Economics Institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. *In this research work, initial experiments and analyzes of the device for obtaining alternative fuels through the thermal processing of biomass waste, providing autonomous consumers with heat and electricity are presented. During the research, the structural structure of alternative fuels obtained by thermal processing of various biomass wastes at a temperature of 400-500 °C in a pyrolysis device was studied. The thermal technical characteristics of the alternative fuel production process and the factors influencing them were carried out on the basis of scientific and theoretical analyses. Also, thermal and energy schemes of the experimental device were developed and parameters were based.*

Keywords: *biomass, reactor, energy, alternative fuel, cogeneration, heat energy, autonomous consumer, generator, electricity, boiler unit.*

Kirish

Global iqlimning o'zgarishi, atrof-muhitning ifloslanishi va qazib olinadigan yoqilg'ilarning kamayishi tufayli biomassadan energetik yoqilg'ilar ishlab chiqarish hamda ulardan keng ko'lamda foydalanish katta e'tibor va qiziqish uyg'otmoqda. Hozirgi kunda rivojlanayotgan mamlakatlarning aksariyatida, energetik maqsadlarida o'simliklar biomassasini yoki qishloq xo'jaligi chiqindilarini va boshqa tarmoqlar chiqindilaridan energiya manbai sifatida foydalanish masalalari jadal o'sib bormoqda. Biomassadan energetik yoqilg'ilar ishlab chiqarish, shuningdek, elektr energiyasi ishlab chiqarishda foydalanish bo'yicha dunyo olimlari tomonidan ko'plab g'oyalar ishlab chiqilmoqda [1].

Yer yuziga o'simliklarda fotosintez natijasida har yili energiya miqdori $2 \cdot 10^{11}$ J bo'lgan, taxminan $2 \cdot 10^{11}$ tonna uglerodni o'zlashtiradi, ushbu ko'rsatkich esa dunyodagi yillik energiya iste'moli miqdoridan 10 baravar yuqoridir. Fotosintez hodisasi, Yer sayyorasidagi eng qadimgi va eng mashhur biokimyoviy reaksiyasi hisoblanadi. Fotosintez - yashil o'simliklar va fotosintetik mikroorganizmlar tomonidan nurlanish energiyasini organik moddalarning kimyoviy bog'lanish energiyasiga aylantirish va yerdagi hayotning asosiy jarayonidir. Biomassani qayta ishlash orqali esa ushbu energiyani boshqa xil energiya ko'rinishida ajratib olish mumkin [2].

Shuningdek, biomassa tizimlari qishloq xo'jaligi va o'rmon xo'jaligini rivojlantirish, yerdan foydalanish tartibini yaxshilash va bioenergiya texnologiyasini dunyo miqyosida rivojlantirish nuqtai nazaridan ham katta foyda keltiradi.

Gaz dvigatellariga asoslangan kogeneratsiya qurilmalari issiqlik va elektr energiyasini ishlab chiqarishning eng samarali usuli hisoblanadi. Ushbu qurilmalar G'arbiy Yevropa mamlakatlari sanoatida bir necha yillar oldin faoliyat yurita boshlagan [3].

Ushbu texnologiyaning asosiy afzalliklari orasida quyidagilar ajralib turadi:

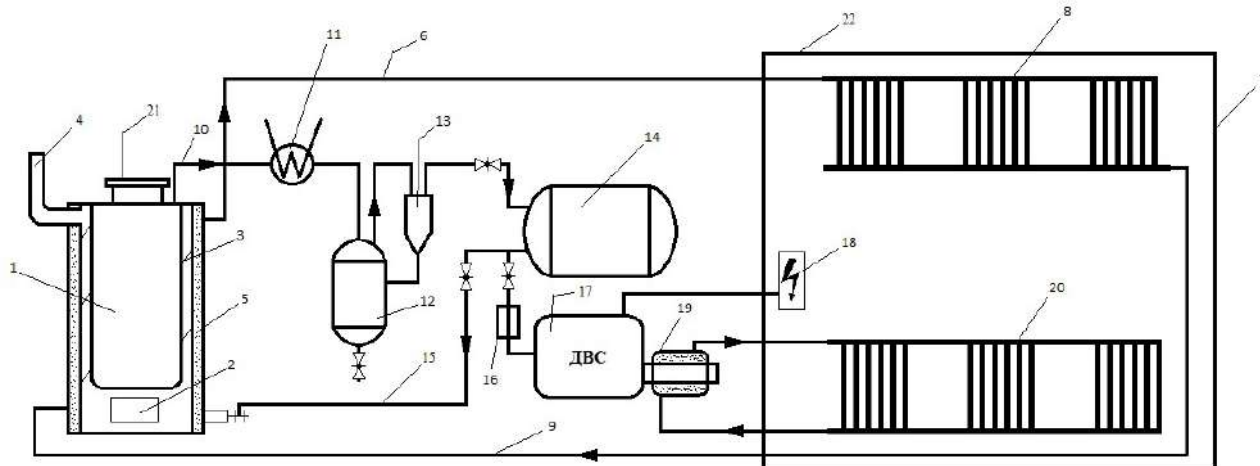
- yuqori yoqilg'i tejamkorligi;
- bir vaqtning o'zida issiqlik va elektr energiya ishlab chiqarish;
- yuqori harakatchanlik, nominal quvvatga tez kirishish (bir necha daqiqa), moslashuvchanlik, ya'ni o'zgaruvchan yuklamarga moslashish [4].

Kogeneratsiya qurilmalarining ixchamligi, ekologik tozaligi va shovqini pastligi kabi afzalliklarini ham e'tiborga olish muhim. Iste'molchilar uchun muhim bo'lgan sifat ko'rsatkichlariga kelsak, chastota va kuchlanish bo'yicha yuqori aniqlikga energiya ishlab chiqaradi hamda markaziy ta'minotdan ajralgan alohida tizimlarni yaratish mumkin. Bu esa iste'molchilarga yuqori sifatli elektr ta'minoti tizimini qurish imkonini beradi. Yoqilg'i sifatida qayta tiklanadigan yoki ikkilamchi energiya manbalari, masalan, qo'shma gaz, biogaz, piroliz gazi, biomassani gazlashtirish jarayonida olingan gaz, neft-kimyoy va metallurgiya sanoatida chiqariladigan maxsus texnologik gazlar ham ishlatilishi mumkin [5].

Uslub va materiallar

Avtonom iste'molchilarni ishonchli energiya bilan ta'minlash maqsadida kogeneratsion bioenergetik qurilmaning sxemalari ishlab chiqildi. Tajriba qurilmasi ichki yonuv dvigatelli - elektrogenerator hamda piroliz qurilmasidan iborat bo'lib, biomassani termik qayta ishlash natijasida avtonom iste'molchilarni bir vaqtning o'zida issiqlik hamda elektr energiyasi bilan ta'minlashga mo'ljallangan. Qurilma reaktori issiqlik qozoni vazifasini ham bajarib, issiq suv olish hamda qo'shimcha ravishda muqobil yoqilg'ilar olish imkonini beradi.

Avtonom iste'molchilarni energiya hamda yoqilg'i bilan ta'minlash uchun qurilma reaktor, kondensator, separator, adsorber, gazgolder, isitish batareyalari, ichki yonuv dvigatelli-elektrogenerator va saqlash idishini o'z ichiga olgan. Bioraktor "quvurdagi quvur" tipida yasalgan bo'lib, uning ichki quvurida biomassaning pirolizi sodir bo'ladi va tashqi quvurda suv atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik hisobiga isitiladi. Shu bilan birga, reaktorning ichki quvuri biomassani termal qayta ishlab yoqilg'i (biogaz) olish imkonini beradi, qozonning tashqi quvuridagi issiqlik esa iste'molchilarni isitish tizimini issiq suv bilan ta'minlash muammosini hal qiladi. Tajriba qurilmasining energetik sxemasi 1- rasmda keltirilgan.



1-rasm. Avtonom iste'molchilar uchun kogeneratsion bioenergetik qurilma:

1- reaktor, 2- yoqilg'i yoqish kamerasi, 3- parmasimon yo'naltiruvchi plastinkalar, 4- tutun chiqish quvuri, 5-quvur ichida quvur tipidagi suv qozoni, 6- issiq suv quvuri, 7- iste'molchi, 8- isitish batareyalari, 9- sovuq suv quvuri, 10- bug'-gaz quvuri, 11- kondensator, 12- separator, 13- adsorber, 14- gazgolder, 15- reaktorni ta'minlovchi gaz quvuri, 16- gaz filtri, 17- ichki yonuv dvigatelli generator, 18- elektr taqsimlash shiti, 19- chiqindi gazi quvuriga o'rnatilgan issiqlik almashgich, 20- isitish batareyalari, 21- biomassa yuklash qopqog'i.

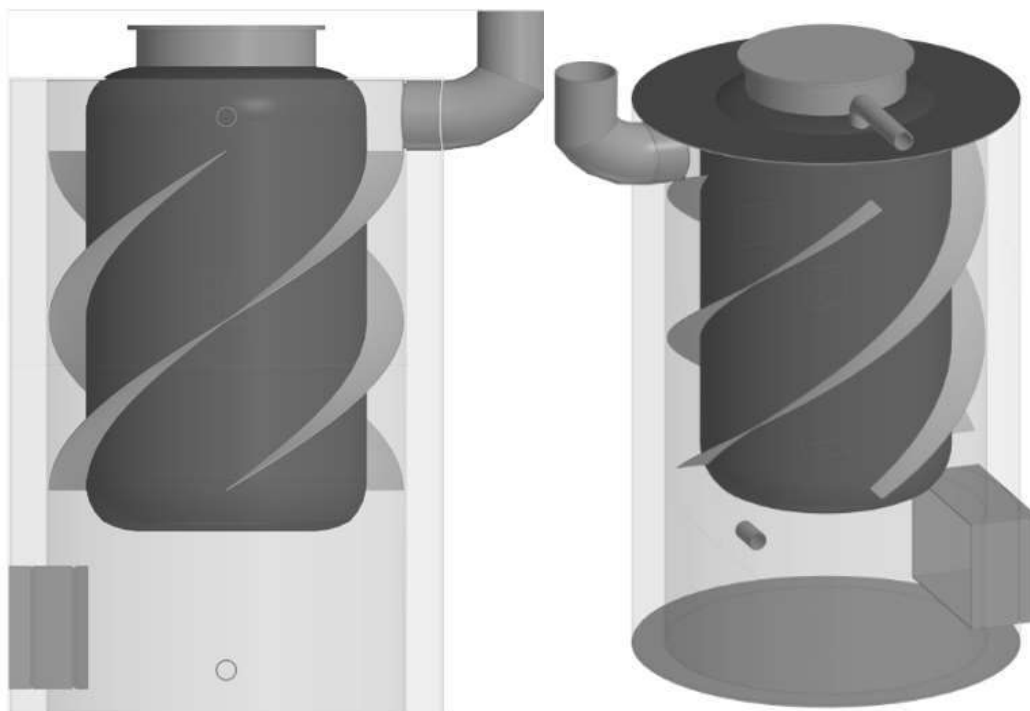
Mazkur qurilma biomassa chiqindilardan foydalanilgan holda avtonom iste'molchilarni yoqilg'i, issiqlik va elektr energiyasi bilan ta'minlashda qo'llaniladi. Reaktor (1) biomassa chiqindilari idishi bo'lib, yoqilg'i yoqish kamerasi (2) yordamida 400-550 °C gacha qizdiriladi. Parmasimon yo'naltiruvchi plastinkalar (3) reaktorning sirti bo'ylab issiqlikning tekis taqsimlanishini ta'minlab, tutun chiqish quvuri (4) orqali chiqadigan issiqlik isroflarini kamaytirishda xizmat qiladi. Qizdirish natijasida tashqi muhitga isrof bo'luvchi issiqlik energiyasi quvur ichida quvur tipidagi truba (5) dagi suvga yutiladi. Qizigan suv issiq suv quvuri (6) orqali, iste'molchi (7) da joylashgan isitish batareyalari (8) ga uzatilib, issiqlik berishi natijasida sovugan suv sovuq suv quvuri (9) yordamida quvur ichida quvur tipidagi trubaga uzatiladi. Reaktorda chiqadigan bug'-gaz aralashmasi quvur (10) orqali kondensator (11) ga sovutish uchun uzatiladi. Sovutish natijasida aralashma suyuq va gazsimon yoqilg'ilarga ajralib, suyuq yoqilg'i separator (12) yig'iladi, gaz esa adsorber (13) orqali namlikdan tozalanadi. Tozalangan gaz gazgolder (14) ga yig'ilib bir qismi reaktorni ta'minlovchi gaz quvuri (15) orqali yoqish kamerasiga beriladi. Gazning qolgan qismidan gaz filtri (16) orqali ichki yonuv dvigatelli-generator (17) ga elektr energiya ishlab chiqarish uchun uzatiladi, ishlab chiqarilgan elektr energiyasi iste'molchining elektr taqsimlash shiti (18) ga beriladi. Ichki yonuv dvigatelli generatorning chiqindi gazi quvuriga o'rnatilgan issiqlik almashgich (19) orqali qizdirilgan suv iste'molchining isitish batareyalari (20) ga uzatiladi.

Kogeneratsion bioenergetik qurilmaning umumiy ko'rinishi 2- rasmda keltirilgan.



2-rasm. Kogeneratsion bioenergetik qurilmaning umumiy ko‘rinishi.

Bundan tashqari, kogeneratsion bioenergetik qurilma reaktori va suv quvuri o‘ralig‘i, ya‘ni reaktorning tashqi sirtida α burchak ostida qiyalashtirilgan parmasimon issiqlik yo‘naltiruvchi plastinkalar o‘rnatilgan bo‘lib, bu sirlar reaktorga berilayotgan haroratni maksimal saqlab qolish, tekis taqsimlash hamda tashqi muhitga yo‘qotiladigan issiklikni kamaytirish vazifasini bajaradi. Qurilma qozoniga ulangan isitish batareyalari iste‘molchini issiq suv orqali isitadi hamda sovugan suv qayta qizish maqsadida qurilma qozoniga quvur orqali yetib keladi.



3-rasm. Bioreaktorning konstruktiv tuzilishi.

Iste'molchilarni elektr energiya bilan ta'minlash uchun ASTRA KOREA 4000E markadagi 4 taktli benzinli ichki yonuv dvigatelli-generator piroliz gazida ishlash uchun moslashtirilgan. Ya'ni uning havo filtri qismida qo'shimcha o'zgartirishlar kiritilib, gaz-havo aralashmasi bir tekisda qo'shib borishini ta'minlash uchun optimal qiyalikda trubka joylashtirilgan. Ushbu trubka orqali gaz berilganda generator gazda bema'lol ishlay olishi ta'minlangan. Ichki yonuv dvigatelli-generatorning nominal quvvati 3,5 kVt bo'lib asosiy xarakteristikalarini 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

ASTRA KOREA N-4000E generatorining xarakteristikalarini

Generator markasi	ASTRA KOREA N-4000E
Ishlab chiqaradigan kuchlanishi	~220-240 V
Ishlab chiqaradigan o'zgarimas tok kuchlanishi	12 V
Chastotasi	50 Gts
Nominal quvvati	3.5 kVt
Maximal quvvati	4 kVt
Nominal aylanish tezligi	3000/3600 ayl/min

Piroliz gazining tarkibida turli xil ortiqcha moddalar mavjudligi va namlikning yuqoriligini hisobga olgan holda, generatorga gaz kirishi oldidan gazni qisman filtrlash maqsadida 3 bosqichli filtr ishlab chiqildi va tizimga o'rnatildi. Filtr 3 bosqichdan iborat bo'lib, 1-bosqichda suv idishidan, 2-bosqichda aktiv ko'mir toshidan, hamda 3-bosqichda maydalangan temir qirindisidan o'tib generatorga boradi. Ishlab chiqilgan filtr, korpusga mahkamlangan shisha idishlardan va trubkalardan iborat. Gaz filtrning umumiy korinishi 4- rasmida keltirilgan.

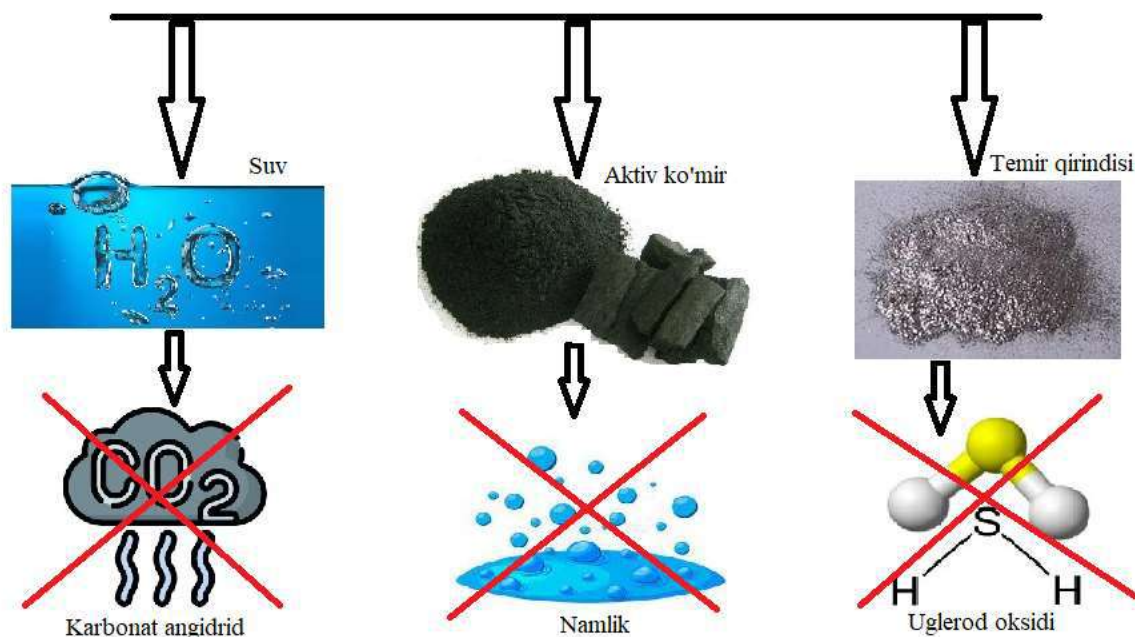


4- rasm. Gaz filtrning umumiy ko'rinishi.

1-bosqichdagi suv idishidan gaz sizib o'tishi natijasida gazning tarkibidagi karbonat angidrid miqdori kamayadi hamda bug'-gaz aralashmasidagi kondensatsiyalanmay qolgan suyuqlik saqlab qolinadi. 2-bosqichdagi aktiv ko'mirli filtrda esa gazning tarkibidagi namlik saqlab qolinadi va buning natijasida ichki yonuv dvigateling yonish kamerasida suv bug'lari hosil bo'lmaydi. 3-bosqichdagi temir qirindisi idishidagi filtrning vazifasi piroliz gazi tarkibidagi uglerod oksidini kamaytirish va gazning yaxshi yonishini ta'minlashdan iborat. Uglerod oksidi reaksiya vaqtida moddalarning parchalanishi natijasida paydo bo'ladigan o'tkir va yoqimsiz hidli gaz hisoblanadi [6].

Taklif etilgan kogeneratsion energiya tizimi birinchidan, piroliz qurilmasi biomassadan muqobil yoqilg'i olish imkonini beradi, ikkinchidan qurilma reaktorining tashqi idishi bir vaqtda, issiqlik generatori (suv qizdirish qozoni) vazifasini ham bajarib, tashqi muhitga yo'qotiladigan

issiqlik hisobiga iste'molchining isitish tizimini issiq suv bilan ta'minlaydi. Uchinchidan ichki yonuv dvigatelli-generatorining chiqindi gazlari qismidan issiqlik almashgich yordamida iste'molchiga qo'shimcha issiq suv olish imkonini beradi, to'rtinchidan iste'molchilarni ishonchli va uzluksiz elektr energiyasi bilan ta'minlaydi. Shuningdek iste'molchilarga avtonom elektr stansiyasi qurish imkonini ham beradi.



5-rasm. Gaz filtrining funksional sxemasi.

Natijalar

Tajriba qurilmasining reaktoriga yuklangan, qarag'ay daraxtining biomassasi pirolizi jarayonidan olingan energiya va yoqilg'ilar miqdori bo'yicha dastlabgi tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, yuklangan 3 kg mahsulotdan 1,32 kg (44 %) qattiq, 0,33 kg (11 %) suyuq, 1,35 kg (45 %) gazsimon muqobil yoqilg'ilari olindi hamda olingan gazsimon yoqilg'idan elektr energiya olish maqsadida ichki yonuv dvigatelli-generatorda yoqildi.

Tahlillardan ma'lumki elektr stansiyalarida 1 kVt elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun 0,25-0,30 kg shartli yoqilg'i ekvivalenti sarflanadi. Shuningdek gaz generatorlari yordamida 1 kVt*soat elektr energiya ishlab chiqarishda tabiiy gazning solishtirma sarfi 0,22 - 0,25 m³ ni tashkil etadi [7].

Tabiiy gazning yonish issiqlik qiymati – 34~40 MJ/m³ (tarkibidagi metan miqdoriga qarab) bo'lsa, gazning 1 kubometri yonganda 9~12 kVt*soat energiya chiqariladi .

Dizel yoqilg'isining solishtirma yonish issiqligi 42 MJ/kg; zichlikni hisobga olgan holda esa, 33,6 MJ / litr ni tashkil etadi. Demak, 1 litr dizel yoqilg'isi yoqilganda 9,33 kVt * soat energiya chiqaradi [8].

Yoqilg'i-energetika resurslarini ishlab chiqarish va taqsimlash yoqilg'i ekvivalenti birliklarida hisoblab chiqiladi, bunda yoqilg'ilarning isitish qiymati, xalqaro tashkilotlarda qabul qilingan energiya birliklarida hisoblanadi. Quyidagi 2-jadvalda biogaz hamda boshqa yoqilg'ilarni solishtirish ekvivalenti keltirilgan [9].

2-jadval

Biogaz hamda boshqa yoqilg'ilarni solishtirish ekvivalenti

Yoqilg'i	Yoqilg'i birligida isitish qiymati, kVt	Yoqilg'i birligida isitish qiymati, MJ	Yoqilg'ning birlik narxi, so'm	1 m ³ biogaz uchun yoqilg'i nisbati	Yoqilg'i birligining biogazga nisbati
Dizel, kerosin, litr	10	36	10500	0,69 litr	1,44 m ³
Benzin, litr	8,5	30	9000	0,82 litr	1,28 m ³
O'tin, kg	4,5	16,2	1700	1,5 kg	0,65 m ³
Quruq go'ng, kg	5	18	-	1,4 kg	0,7 m ³
Quruq o'simlik qoldiqlari, kg	4,5	16,2	-	1,5 kg	0,65 m ³
Qattiq ko'mir, kg	7,7	27,6	300	0,9 kg	1,1 m ³
Tabiiy gaz, m ³	9,3 kVt / m ³	33,5	390	0,75 m ³	1,34 m ³
Propan, m ³	12,8 kVt / m ³	46	3000	0,54 m ³	1,84 m ³
Elektr energiyasi, kVt	1	3,6	295	6,9 kVt	0,14 m ³
Biogaz, m ³	7	25	210	1 m ³	1 m ³

- 1 tonna shartli yoqilg'i 29,3 Megajoulga teng.

Gazsimon moddalarning hajmini topishda avval uning zichligini topishimiz kerak bo'ladi. 3-jadvalda gazsimon moddalarning zichligi keltirilgan [10].

3-jadval

Gazsimon moddalarning zichligi (20 °C haroratda)

Vodorod H ₂	Metan CH ₄	Etilen C ₂ H ₄	Etan C ₂ H ₆	Propilen C ₃ H ₆	Propan C ₃ H ₈	Butin C ₄ H ₆	Butilen C ₄ H ₈	Butan C ₄ H ₁₀	Is gazi CO	Uglerod dioksidi CO ₂
0,09 Kg/m ³	0,72 Kg/m ³	1,25 Kg/m ³	1,34 Kg/m ³	1,87 Kg/m ³	1,96 Kg/m ³	2,41 Kg/m ³	2,50 Kg/m ³	2,59 Kg/m ³	1,97 Kg/m ³	1,25 Kg/m ³

Munozara

Piroliz gazining asosiy qismini (60-70 %) metan gazi tashkil etib, qolgan qismida boshqa gazlar mavjudligi sababli yonish issiqligi tabiiy gazga nisbatan pastroq hisoblanadi [11]. Shularni hisobga olgan holda ushbu gazga to'g'ridan-to'g'ri metan deb qaray olmaymiz.

Olib borilgan tahlillarga ko'ra piroliz gazining zichligi 1,06 Kg/m³ ekanligi olimlar tomonidan aniqlangan hamda 1kVt*soat elektr energiyasi olish uchun 0,29-0,31 m³ piroliz gazi sarflanishi asoslangan [12].

Yuqoridagilarni inobatga olib qurilmaga yuklangan qarag'ay daraxti biomassasidan ajralib chiqqan 1,35 kg gazsimon yoqilg'idan olingan elektr energiyasini hisoblaymiz.

$$\text{Olingan piroliz gazining hajmini topamiz : } V = \frac{m}{\rho} = \frac{1,35}{1,06} = 1,27 \text{ m}^3 \text{ [13]}$$

$$\text{Ishlab chiqarilgan elektr energiyani hisoblaymiz : } 1,27 / 0,29 = 4,37 \text{ kVt*soat.}$$

Ishlab chiqilgan kogeneratsion bioenergetik qurilmada dastlabgi sinov va tajribalar o'tkazildi va dastlabgi tadqiqot natijalari 4-jadvalda keltirildi.

Kogeneratsion bioenergetik qurilmaning dastlabki sinov natijalari

Xomashyo turi	Yuklangan xomashyo massasi, kg	Jarayoning davomiyligi, min	Piroliz mahsulotlari			Piroliz gazidan ishlab chiqarilgan elektr energiya, kVt*soat
			qattiq, kg	suyuq, kg	gaz, kg	
Qarag‘ay daraxti biomassasi	3	90	1,32	0,33	1,35	4,37
Pomidor poyasi	4,8	100	2,4	0,7	1,7	5,53
Terak opilkasi	4,1	90	1,86	0,87	1,37	4,45

Xulosa

1. Biomassa chiqindilari ustida olib borilgan tajribalar natijasida, kogeneratsion bioenergetik qurilmaning prinsipial sxemalari ishlab chiqilgan va parametrlari asoslangan.
2. Kogeneratsion bioenergetik tajriba qurilmasida bajarilgan dastlabki tajriba – sinov natijalariga ko‘ra qurilmaga yuklangan 3 kg qarag‘ay daraxti biomassasidan 1,32 kg (44 %) qattiq, 0,33 kg (11 %) suyuq, 1,35 kg (45 %) gazsimon muqobil yoqilg‘ilarning namunalari olindi.
3. Tajribada turli xil biomassa chiqindilarini (qarag‘ay daraxti biomassasi, pomidor poyasi, terak opilkasi) termik qayta ishlash orqali olingan biogaz ichki yonuv dvigatelli-generator yordamida elektr energiyaga aylantirildi.
4. Tajriba piroliz qurilmasida o‘tkazilgan tadqiqot davomida biomassa chiqindisidan ajralib chiqqan 1,35 kg biogazdan, 4,37 kVt*s elektr energiyasi ishlab chiqarish mumkinligi aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1] European Environment Agency Bio-waste in Europe-turning challenges into opportunities, 2020.
- [2] Шалимов Ю.Н., Епифанов А.В., Кудряш В.И. Физико-химические основы процессов образования биомассы и перспективы ее использования в альтернативной энергетике// Научной статьи по Нанотехнологиям - 2015.
- [3] Uzakov G.N., Davlonov Kh.A., Holikov K.N. Study of the Influence of the Source Biomass Moisture Content on Pyrolysis Parameters// Applied Solar Energy, 2018, Vol. 54, No. 6, pp, 481-484. (05.00.00; №4. Scopus CiteScore 2018, IF:0.9).
- [4] Алешина А.С. Тепловые схемы газогенераторных электростанций, работающих на растительной биомассе // Глобальная энергия – 2011.
- [5] Седнин, В. А. Комбинированная установка выработки электрической и тепловой энергии с использованием биомассы // Наука - образованию, производству, экономике: материалы Девятой международной научно-технической конференции : в 4 т.– Минск : БНТУ, 2011. – Т. 1. – С. 98.
- [6] Рустамов Э.С. Каталитическая очистка газа от сероводорода // Наука и образование сегодня - 2016.
- [7] Чучуева И.А. Вычислительные методы определения удельных расходов условного топлива ТЭЦ на отпущенную электрическую и тепловую энергию в режиме комбинированной выработки // Машиностроение и компьютерные технологии - 2016.
- [8] <https://a-invest.com.ua/aktualno/tablitza-teplotvornosti>.
- [9] Узакон Г.Н., Раббимов Р.Т., Давлонов Х.А., Узакон Ю.Г. Применение технологии пиролиза биомассы для получения альтернативных топлив / Г.Н.Узаков и др.; М-во

- вышш. и сред. спец. образования Респ. Узбекистан, Каршин. инженер.-экон. ин-т. - Ташкент: Фан, 2015. - 120 с.
- [10] Фетисов В. Обоснование параметров транспортирования природного газа по магистральным газопроводам с учетом нестационарных режимов. Кандидатская диссертация - 2019.
- [11] Узakov Г.Н., Давлонов Х.А., Хужакулов С.М., Холиков К.Н. Оценка энергетической эффективности пиролизной установки для систем топливоснабжения теплиц/ Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference «International Trends in Science and Technology» Vol. 1, May 31, 2019, Warsaw, Poland. 33-35.
- [12] Таймаров М.А. Лавирко Ю.В. Теплогенерирующий агрегат с выработкой пиролизного газа // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета- 2017 .
- [13] Rustamov S., Uzakov G., Davlonov K. The results of the study of obtaining alternative fuels from biowaste in the experimental pyrolysis device //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 390.