



Leibniz-Zentrum für
Agrarlandschaftsforschung
(ZALF) e.V.



INTI
International
University & Colleges

**HERIOT
WATT**
UNIVERSITY
UK | DUBAI | MALAYSIA

**BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI (BUXORO TABIIY
RESURSLARNI BOSHQARISH INSTITUTI) (O‘ZBEKISTON),**

**BIRLASHGAN MILLATLAR TASHKILOTINING
“QISHLOQ XO‘JALIGI VA OZIQ OVQAT” TASHKILOTI (FAO),**

GUMBOLT NOMIDAGI BERLIN UNIVERSITETI (GERMANIYA),

PRESOV UNIVERSITETI (SLOVAKIYA),

VALENSIYA POLITEXNIKA UNIVERSITETI (ISPANIYA),

**ZALF AGROTEXNOLOGIYALAR ILMIY TADQIQOT MARKAZI
(GERMANIYA),**

INTI XALQARO UNIVERSITETI (MALAYZIYA),

HERRIOT WATT UNIVERSITETI (MALAYZIYA)

**“YASHIL ENERGETIKA VA UNING QISHLOQ VA SUV XO‘JALIGIDAGI
O‘RNI” MAVZUSIDAGI XALQARO ILMIY VA ILMIY-TEXNIKAVIY
ANJUMANI**

MATERIALLAR TO‘PLAMI

29-30-aprel, 2025-yil

ISSN: 978-9910-10-082-6
UO‘K 556.182:551.5(08)
BBK 26.222+26.236
«DURDONA» Nashriyoti

“Yashil energetika va uning qishloq va suv xo‘jaligidagi o‘rni” mavzusidagi xalqaro ilmiy va ilmiy-texnikaviy anjumani materiallar to‘plami (2025-yil 29-30-aprel) -B.: Buxoro davlat texnika universiteti (Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti), 2025.

TAHRIR HAY’ATI RAISI:
Imomov Shavkat Jaxonovich –“TIQXMMI” MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti rektori, texnika fanlari doktori, professor.
BOSH MUHARRIR:
Jo‘rayev Fazliddin O‘rinovich –“TIQXMMI” MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha prorektori, texnika fanlari doktori, professor.
MUHARRIR:
Axmedov Sharifboy Ro‘ziyevich –“TIQXMMI” MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti “GTI va NS” kafedrası mudiri, texnika fanlari nomzodi, professor v.b.
TAHRIRIYAT HAY’ATI A’ZOLARI:
Ibragimov Ilhom Ahrorovich -texnika fanlari doktori, dotsent
Jo‘rayev Umid Anvarovich -qishloq xo‘jaligi fanlari doktori, professor.
Rajabov Yarash Jabborovich -texnika fanlari falsafa doktori, dotsent.
Laamarti Yuliya Aleksandrovna - sotsiologiya fanlari nomzodi, dotsent
Marasulov Abdirahim Mustafoevich - texnika fanlari doktori, professor.
Teshayev Muxsin Xudoyberdiyevich -fizika-matematika fanlari doktori, professor
Boltayev Zafar Ixtiyorovich - fizika-matematika fanlari doktori, professor
To‘xtayeva Habiba Toshevna -geografiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), v.b., professor.
Safarov Tolib Tojiyevich -tarix fanlari nomzodi, dotsent.
Boltayev San‘at Axmedovich -texnika fanlari nomzodi, dotsent.
Jamolov Farxod Norkulovich - texnika fanlari falsafa doktori, dotsent.
Barnayeva Muniraxon Abduraufovna - texnika fanlari falsafa doktori, dotsent.

To‘plamga kiritilgan tezislardagi ma’lumotlarning haqqoniyligi va iqtiboslarning tog‘riligiga mualliflar mas’uldir.

© Buxoro davlat texnika universiteti (Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti).
© Mualliflar
Elektron pochta manzili: buxtimi@mail.ru

разрабатывался на основе мультимедиа-технологий, которые возникли на стыке многих отраслей знания. В мультимедиа-учебнике автоматизированы все основные этапы обучения - от изложения учебного материала до контроля знаний. При этом весь изучаемый материал переведён в яркую увлекательную форму с широким использованием графики, анимации, в том числе интерактивной, звуковых эффектов и голосового сопровождения, включением видеофрагментов, морфингов и т.д.

Агентством по интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан выдано свидетельство № **DGU 11077** об официальной регистрации электронного образовательного ресурса (программного продукта для ЭВМ) по предмету «Автоматизация технологических процессов».

Список литературы:

1. Бордовский Г.А. и др. Использование электронных образовательных ресурсов нового поколения в учебном процессе: научно-методические материалы - Санкт-Петербург, 2007.

2. Волженина Н.В. Организация самостоятельной работы студентов в процессе дистанционного обучения: учебное пособие - Барнаул, 2008.

КИЧИК ҚУВВАТЛИ БИОГАЗ ҚУРИЛМАСИ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШДА АСОСИЙ КЎРСАТКИЧЛАР

Ш.Имомов, А.Худойбердиев

*Bukhara Institute of Natural Resources Management of
"Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"
National Research University of the Republic of Uzbekistan*

Аннотация. Мақолада истеъмолчиларни узлуксиз энергия билан таъминлаш, таъминот тизимнинг энергия самарадорлигини оширишда қайта тикланадиган энергия манбалари асосидаги энергия тежамкор технологиялар, табиий газ истеъмоли динамикаси бўйича олинган маълумотларга кўра, аҳолини йиллик ўсиши 83 миллион нафарни ва шунга асосан табиий газга бўлган талабни ўсиши еса 43 миллион кубометрни ташкил етганлиги ҳамда яқин 20 йил ичида метан газидан фойдаланиш миқдорининг 3 баробарга ортиши башорати ва бу билан аҳолини табиий газ билан таъминлаш қайта тикланадиган энергия манбалари асосида ишловчи биогаз қурилмаларининг конструкцияларини такомиллаштириш, иш унумдорлигини ошириш ҳамда иссиқлик-техникавий параметрларини оптималлаштириш йўналишлари келтирилади. Бундан ташқари энергия ресурсларини тежашда, қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланишни жадаллаштириш, иссиқхона газлари чиқиндиларини 35 % га камайтириш, қайта тикланадиган энергия қувватини 15 ГВтга ошириш, умумий электр энергияси ҳажмидаги улушини 30 % дан оширишга ва энергия самарадорлигини 20 % га ошириш кўзда тутилган вазифаларни бажаришда қишлоқ аҳоли пунктларидаги хонадонлардан кундалик чиқаётган молхона ва рўзгор органик чиқиндиларини ўз жойида тезкор қайта ишлов бериш заруратлари келтирилган.

Калит сўзлар: анаэроб, ишлов бериш, гўнг, ўғит, иссиқлик, биогаз, қурилма

Киритиш Жаҳонда истеъмолчиларни узлуксиз энергия билан таъминлаш, таъминот тизимнинг энергия самарадорлигини оширишда қайта тикланадиган энергия манбалари асосидаги энергия тежамкор технологиялар, жумладан қуёш биогаз қурилмаларидан фойдаланиш масалаларига алоҳида аҳамият берилмоқда [1,2] . Ҳозирги вақтда табиий газ истеъмоли динамикаси бўйича олинган маълумотларга кўра, аҳолини йиллик ўсиши 83 миллион нафарни ва шунга асосан табиий газга бўлган талабни ўсиши еса 43 миллион кубометрни ташкил етади [3,4,5]. Яқин 21 йил ичида метан газидан фойдаланиш миқдорининг 3 баробарга ортиши башорат қилинмоқда. Шу сабабли, аҳолини табиий газ билан таъминлашда қуёш биогаз қурилмаларининг энергетик самарадорлигини оширишга алоҳида эътибор қаратилмоқда [5,6].

Дунё амалиётида қайта тикланадиган энергия манбалари асосида ишловчи биогаз қурилмаларининг конструкцияларини такомиллаштириш, иш унумдорлигини ошириш ҳамда иссиқлик-техникавий параметрларини оптималлаштиришга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари куёш биогаз қурилмаларининг мақбул конструктив параметрларини аниқлаш, қурилмадаги иссиқлик алмашинув жараёнларини моделлаштириш ва биогаз қурилмасининг энергия самарадорлигини ошириш бўйича тадқиқотлар устувор ҳисобланмоқда [7,8,9]. Шу билан бирга, молхона чиқиндиларини анаэроб шароитда ишлов бериш орқали кечадиган ферментация жараёнининг самарали кечишини таминлайдиган кичик қувватли биогаз қурилмасининг энергия тежамкор конструкциясини яратиш ва уларнинг асосий энергетик параметрларини оптималлаштириш зарурати мавжуд [9,10,11,12].

Ўзбекистон республикаси Президентининг 2022 йил 2 декабрдаги “2030 йилгача Ўзбекистон Республикасининг “яшил” иқтисодиётга ўтишига қаратилган ислохотлар самарадорлигини ошириш бўйича чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПҚ-436-сон қарорида қишлоқ аҳоли хонадонларини қайта тикланувчи энергия турларидан фойдаланиб энергия тежамкор технологияларни ривожлантириш, биогаз олиш технологиясини такомиллаштириш, ресурсларини тежалишни таъминловчи кичик қувватли биогаз қурилмаларининг самарадорлигини ошириш аксини топган. Бунда, 2022-2026 йилларда энергия ресурсларини тежашда, қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланишни жадаллаштириш, иссиқхона газлари чиқиндиларини 35 % га камайтириш, қайта тикланадиган энергия қувватини 15 ГВтга ошириш, умумий электр энергияси ҳажмидаги улушини 30 % дан оширишга ва энергия самарадорлигини 20 % га ошириш кўзда тутилган. Мазкур вазифаларни бажаришда қишлоқ аҳоли пунктларидаги хонадонлардан кундалик чиқаётган молхона ва рўзгор органик чиқиндиларини ўз жойида техкор қайта ишлов бериш учун кичик қувватли куёш биогаз қурилмаларини яратиш ва жорий қилиш зарурати мавжуд [12,13].

Тадқиқотлар методикаси ва натижалари: Молхона чиқиндиларни қайта ишлашга мўлжалланган биогаз қурилмаларининг энергия самарадор технологияларни ишлаб чиқиш бўйича дунёнинг етакчи унверситетлари илмий-тадқиқотларни ривожлантиришга таниқли хорижлик олимлар [14, 15, 16, 17, 18, 19], микробиолог олимлардан [20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27] ва бошқалар катта ҳисса қўшганлар. Ўзбекистон Республикасида органик чиқиндиларни анаэроб қайта ишлов бериш жараёни билан тикланадиган энергия олиш технологиясини такомиллаштириш ва самарадорлигини ошириш бўйича таниқли олимлар [28, 29, 30, 31, 32, 33] томонидан илмий изланишлар олиб борилган. Хусусан улар томонидан биогаз қурилмаларига поғонали ишлов бериш, биореакторга молхона чиқиндиларни майдалаб юклаш, анаэроб жараёнда аралаштиришни механик жихозларсиз аралаштириш усули, кичик ҳажмдаги биогаз қурилмаларидан олинадиган биогаз ва биоўғит сифатини ошириш борасида илмий-тадқиқот ишлари бажарилган [13, 16, 28, 34, 35].

Амалиётда эришилган натижаларга қарамасдан, кичик қувватли биогаз, қурилмаларида содир бўладиган иссиқлик ва масса алмашинув жараёнларини моделлаштириш, иссиқлик физикавий хусусиятларнинг ҳароратга боғлиқлиги, энергетик, иқтисодий ва экологик кўрсаткичларни ҳисобга олган кўрсаткичларини баҳолаш ва асослаш зарурати борлигини инобатга олиб қурилмалар тахлили ва улани такомиллаштириш мақсад қилинди.

Тадқиқотларда кичик қувватли биогаз қурилмалари ишга тушириш даврида тўлиқ технологик талаблар бажарилиб қурилмада метан гази ҳосил қилиш бактериялар мослашиш давридан бошлаб мўтадил ишлай бошлаганда биореакторга новбатдаги порция органик чиқиндиларни таркибида учрайдиган дизенфексияловчи моддалар миқдори талаб даражасидан паст бўлгандагина бундай қурилмалар ишлаш ҳолатида эканлигини тадқиқотларда кўрдик [36]. Бунда Ш.Имомовнинг илмий тадқиқот ишларида иссиқлик алмашинувини жадаллаштириш учун олган тажриба натижаларини тахлилида иссиқлик алмаштиргични ишлатишга кетаётган энергия сарфини инобатга олганда [32,34,36], биомассани биореакторда аралаштириш микробиологик нуктайи назардан биомассани ҳаракатига микробиологик алмашинувни ҳосил қилиши ва иссиқлик алмашувининг жадаллигини таъминлаш мумкинлиги келтирилади. Аммо аралаштиришга йўқотилаётган

энергия сарфи Нусселт ва Прандтлларнинг боғлиқлик формулалари орқали изоҳланганида [36]:

$$N_u = 0,021R_e^{0.8} \times P_z^{0.43} \quad (1)$$

$$\Delta P = \rho_{\text{ишқ}} l/d + \sum \xi_m \rho \omega^2 / 2 \quad (2)$$

бу ерда: N_u -Нусселт критерияси;

R_e -Рейнолдс критерияси;

Pr -Прандтл критерияси;

ΔP — биогаз қурилмасида суяқ органик чиқинди ишлашда гидравлик қаршилиги;

ω -ишчи суяқлик тезлиги;

ρ - ишчи суяқлик зичлиги; l - ишчи суяқлик оқувчи канал узунлиги;

d -ишчи суяқлик оқувчи канал диаметри;

$\xi_{\text{ишқ}}$ -ишқаланиш коэффициенти;

$\sum \xi_m$ - жойларда ишқаланиш коэффициенти йиғиндиси.

Юқоридаги (1) ва (2) тенгламалардан қуйидагини топиб оламиз

$$\alpha = A_1 \cdot \omega^{0.8}, \quad (3)$$

$$\Delta P = A_2 \cdot \omega^{1.75} \quad (4)$$

Олинган боғлиқликдан кўриниб турибдики биореактордаги қувурлардан оқаётган суяқ органик чиқиндининг (аралаштириш) ҳарорат алмашинувида тезлигини икки баробарга орттириш иссиқликни узатишни 1,75 баробарга орттиради, аммо гидравлик қаршилиқ бунда 3,4 баробарга орттишини кўриш мумкин бўлади.

Кичик қувватли биогаз олиш қурилмаларида юкланадиган кундалик органик чиқинди узлуксиз ва даврий ишловчи қурилмаларга анаэроб қайта ишлов берилади. Бу тартибда ишловчи қурилмаларнинг аксариятида кечаётган анаэроб жараён кўпчилик ҳолларда психрофил ҳарорат (4...20°C) режимларида ишлайди.

Узлуксиз режимда ишлатилаётган қурилмаларда олинаётган маҳсулот тури асосан кам миқдорда бўлишига қарамасдан биогаз олишга мослаштирилган ва у нисбатан тезкор ҳисобланади. Бу қурилмалар ишчи ҳажмлари танлашда органик чиқиндилар ҳосил бўлиш манбаларидан кундалик ёки вақти - вақти билан йиғилаётган органик чиқиндилар тури ва сифатига қараб танланган бўлади. Қурилмаларнинг Ўрта Осиёда кенг тарқалган турларида киздириш ва аралаштириш режимлари назорат қилинмайди. Бундай қурилмаларнинг замонавий турларидагина газ босимини ўлчаш, аралаштириш, жараённи ҳарорат режимини ва қайта ишлов берилган органик ўғит ҳамда биогаз таркиби назоратланади [17, 24, 25, 27, 33, 35, 37, 38, 39].

Даврий ишловчи кичик қувватли биогаз олиш қурилмалари узлуксиз ишловчи қурилмаларга нисбатан узоқ муддатда (бир неча ойдан-йиллар давомида) анаэроб жараённи давом етиши кузатиладиган қурилмалар ҳисобланади. Бу қурилмаларда органик чиқиндилар юкланганидан сўнгра аралаштириш, ҳарорат ёки газ таркиби ва миқдори ҳамда органик ўғит таркиби назоратланмайди. Бу қурилмаларда асосан органик чиқиндиларни қайта ишлов бериб атмосферага чиқарилаётган 80 % гача ис газни сақланиб қолиш ва сифатли органик ўғит олишга мўлжалланади [17,24,33,38,39,40,41].

Тадқиқотларимизда кичик ўлчамли биогаз қурилмасининг (1-расм) атмосфера босимидан паст сийракланган ҳолатга термофил иссиқлик ҳароратида 2008 йилдан бошлаб шу кунгача (2024 йил декабр ойигача) ишловчи кўп режимли биореактор бўлганлиги ва атмосферага йўқатилаётган кундалик ҳарорат миқдори умумий йўқатилаётган иссиқлик миқдорининг 1,1 % ортмаслиги (табиий шароиттаги ҳароратнинг манфий қийматларига) қурилманинг юқори фойдали иш коэффициентида ишлаши ва ундан олинган маълумотлар (1-жадвал) табиий шароитга органик модда таркибини мос равишга таҳлил қилиш имкониятини берди.



1-расм. Кичик қувватли кўп функцияли биогаз қурилмаси

Қурилмани мўтадил режимга ишлатиш мақсадида биореакторга қандай жараён кечаётганлигини, уни турли қўшимчалар қўшиб тезлаштириш, қўйилган камчиликларни бартараф етиш мақсадида дунё амалиётида қўлланилган услублар асосига биореакторга дастлабки хом ашёни юклаш олнидан бир неча турдаги органик моддалар қўшилди [37,38].

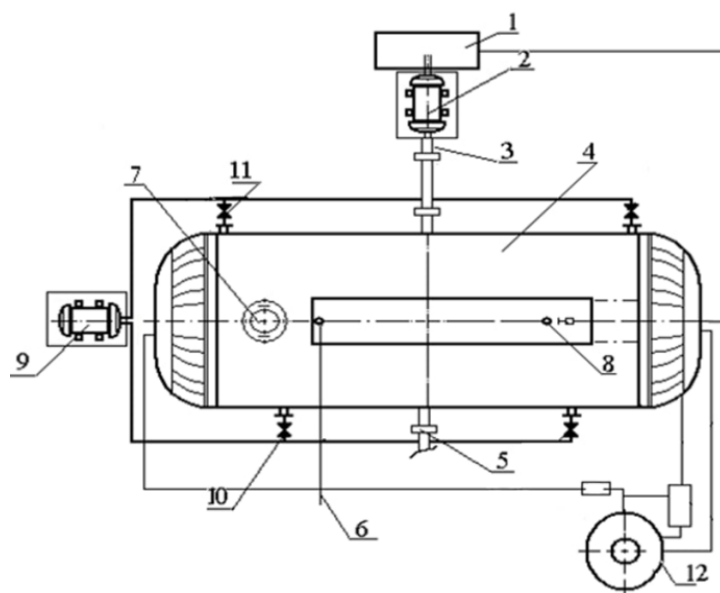
1-жадвал

Биореактордан биринчи 8 кунликга олинган органик ўғит ва газ таркибининг ўртача таҳлили (25-октябр 2023 й. ва 14-январ 2024 й.)

Кўрсаткичлар	Ўлчов бирлиги	Биореакторга юклаш олн кўрсаткичи	Биореакторга анаэроб қайта ишланган органик чиқинди кўрсаткичлари
pH (20°C)	-	6.9	7.5
БККБТ	мг/л	37700	22900
СОН	мг/л	13000	7820
СС	мг/л	33500	11300
Т-П	мг/л	1260	318
Т-Н	мг/л	4350	3390
Т-С	мг/л	46900	21500
К	мг/л	2610	2100
Ч ₄	%	-	48,6
СО ₂	%	-	41,5
С	%	-	0,5
Н ₂ О	%	-	7

(Биокимёвий кислородга бўлган талаб-БККБТ), Кислородни кимёвий талаби - ККТ)

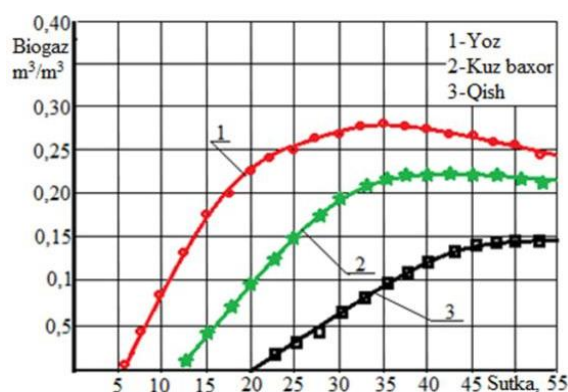
Тадқиқотларда лаборатория қурилмаси (1-расм) юкланган органик чиқинди таркиби, физик-механик хоссалари ва табиий ҳарорат режими назоратланни. Тажрибалар давомийлиги 33 ой (2022 - 2024 й.й.) давом этганлиги қиш ва ёз кунларини камраб олган сабабли натижалар ҳарорат режими табиий ҳолатни акс эттирди ва иқлим шароитимиздан келиб чиқиб қурилманинг иситиш тизимига конструктив ўзгартиришлар талаби қўйилни.



2-расм. Кичик қувватли кўп функцияли биогаз қурилмаси:

1-газ ҳаво филтри; 2-двигатели; 3-компрессори; 4-биореактор; 5-қувури; 6, 8-кранлар; 7-люки; 9, 10, 11-насослар; 12-иситиш қозони

Танқитларнинг ҳар бир сериясига (105 кун ҳар бирининг давомийлиги) турли хил таркибдаги намлик, рН миқдор, ҳароратдаги, органик чиқиндилар юклаб қўрилганида биореакторлардан олиданиган биогазнинг миқдори турличалигича қолишини кўрсатди. Аммо фаслнинг ҳароратга нисбатан паст (ўртача ҳарорат $22 \pm 3^\circ\text{C}$) бўлганига биогаз чиқиш камайиши ва анаэроб қайта ишлов бериш жараёни бироз камайишини кўрсатди (2-расм).



3-расм. Кичик қувватли кўп функцияли биогаз қурилмасидан табиий шароитга (Бухоро воҳасига) фасллар бўйича биогаз олишдаги ўзгаришлар графиги: 1-ёз фасли (ўртача ҳарорат- $34 \pm 3^\circ\text{C}$); 2-кuz ва баҳор ойларида (ўртача ҳарорат- $22 \pm 3^\circ\text{C}$); 3-қиш фаслида (ўртача ҳарорат- $9 \pm 3^\circ\text{C}$)

3-расмга келтирилган эгри чизиқларни таҳлиллари шуни кўрсатадики иқлим шароити мўтадил ва ҳарорат режими ўртача ҳароратга кескин ўзгармайдиган об-ҳавода биогаз қурилмаларини ишлатиш мумкинлигини кўриш мумкин.

Биореакторларга юкладаниган кам ифлосланган сувларга талаб этилаётган кислород миқдори 100-300 мг/л атрофига бўлади, яъни бундай сувдаги БККБТ 100-300 мг/л тенг, дейилади. Кучли ифлосланган сувларда БККБТ миқдори бир неча ўн мингга тенг бўлиши мумкин. Тадқиқотларда ҳафталик анаэроб жараёнда тозаланган органик чиқиндининг таркибидаги БККБТ 1,7 бараварга камайганлигини кўрсатди. Демак маълум муҳлатларга агаэроб ишлов берилган органик чиқиндиларни тоза ариқлар ва очиқ кўлларга ташлаш имконияти мавжуд бўлар экан.

Танқиқотлар тахлилини таққослаш натижасида технологик ютуқларни ўзаро таққосланганимизда тажрибаларнинг қайтарилиш сони ва уларнинг узоқ давом этиши инобатга олинди. Бунга биомассанинг анаэроб қайта ишлашга қўйиладиган талаблар органик чиқиндиларни қайта ишлаш қурилмалари органик чиқиндиларнинг физик-кимёвий ва бактериологик кўрсаткичларидан келиб чиқиб танланиши талаби қўйилиши зарур эканлиги аниқланди. Биореакторлардаги бир хил технологик шарт-шароитда ҳам турлича кўрсаткичларни олиниши агаэроб жараён технологиясининг турли туманлигини белгилайди. Бундай ҳолларга биореакторлардаги метаноген бактериялар анаэроб жараёнига бир текисда ишга туширилмай биореакторларнинг фойдали иш ҳажмидан олданиган биогаз ва органик ўғитнинг таркиби сифати ва миқдорлари бир хил бўлмаслиги аниқланди. Биореакторларнинг ишга тушириш давридаги метаноген бактериалларни ривожлантириш (йетилтириш) оптимал сақланмаса бу технологик жараёнга ишловчи биореакторларга биогаз чиқиши тобора камайиб, умуман, жараён тўхтаб қолишигача бориши аниқланди.

Амалиётга кичик қувватли биогаз олиш қурилмаларининг ишлаб чиқариш намуналарига солиданиган органик чиқиндининг кундалик юкладаниган миқдорида антибиотикларга қарши ишлов бериб уларни дастлабки таёрлаш ўрасига таёрлаб анаэроб жараёнга мослашиш билангина анаэроб жараёндан биогаз чиқишини узлуксиз таъминлаш мумкин. Бундай биореакторларни иқлим шароитидан келиб чиқиб катта ҳажмли бўлмаганлигини инобатга олиб қўшимча иситиш қурилмаларисиз ишлатиш мумкин. Бунга асосий омиллардан бири иситиш қозонининг табиий ҳароратга яқин ва ишлатиш даврида қулай бўлган конструкцияларини таклиф этиш зарур.

Дунё амалиётида ишлатиб келинаётган биогаз қурилмаларининг тури ва уларнинг ҳажми жихатидан катта кичиклигидан қатий газар доимий назоратланиши ва уларни ишлатиб турилган жойнинг микро ва макробиологик талабларига мос келиши талаб қўйилиши шарт.

Иқлим шароитининг талаб даражасида тутиб туриш учун асосий талаб этилаётган ҳарорат режимининг асосий ҳисоби умумий ҳолга қуйидаги тартибда олиб борилади. Бунда юкланган массани кунига бижғиш жараёни ҳароратигача қиздириш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори, МЖ бўлганида:

$$K_{\text{й.б}} = m_{\text{сут}} \cdot C_c \cdot (T_{\text{б.х}} - T_{\text{й.б.х}}) \cdot 1/\eta \quad (4)$$

бу ерга C_c —биореактордаги биомассанинг ўртача иссиқлик сифими, МЖ/кг·К;

$T_{\text{б.х}}$ — бижғиш жараёнининг ҳарорати, К;

$T_{\text{й.б.х}}$ —биореакторга юклаётган биомасса ҳарорати, К;

η —жараённинг самаранорлик коэффициенти.

Органик чиқиндиларнинг ҳарорати уларни биореакторларга юклаб олиш усулига боғлиқ бўлади. Бунга органик чиқиндиларнинг ҳосил бўлиш манбалари очиқ атмосфера ҳавосига жойлашган бўлса ҳарорати атмосфера ҳавоси каби ўзгарувчан бўлади [17]. Агар органик чиқиндилар ҳосил бўлиш шарт шароитига қараб ёпиқ биноларга ййгилаётган бўлса бионинг ички ҳароратига тенг неб олиш тавсия этилади.

Биореакторларга анаэроб қайта ишлагаётган органик чиқиндилардан иссиқлик беришдан деворлар орқали атмосферага бир соат ичига йўқатилаётган иссиқликни қуйидагича аниқлаб олиш мумкин, W:

$$K_{\text{й.б}} = \kappa \cdot F \cdot (T_{\text{б.х}} - T_{\text{м.о.х}}), \quad (5)$$

бу ерга κ - иссиқлик бериш коэффициенти, W/м² · К;

$T_{\text{м.ў.х}}$ —биогаз қурилмаси ўргатиладиган мухитнинг ўртача ҳаво ҳарорати, К;

F—биореактор қурилмасининг ташқи мухит билан туташган юзаси, м²;

Юқоридаги ҳолатга ҳарорат бериш коэффициентини аниқлаб олсак қуйидаги ифодани беради:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (6)$$

бу ерга, $\frac{1}{\alpha_1}$, $\frac{1}{\alpha_2}$ —мос равишда органик чиқиндидан биореакторнинг ички юзасида ва биореакторнинг иссиқлик ҳимоясининг ташқи юзасидан атроф-мухитга иссиқлик беришга қаршилиги; $\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ —биореакторнинг деворлари материалининг иссиқлик

ўтказувчанлигининг умумий иссиқлик қаршилиги ($\delta_{\text{невор}}/\lambda_{\text{невор}}$). Кўпчилик ҳолларга амалиётда биореакторларни устки қисми кўп қатламли химоя матолари билан ўралиб қўйилди. Бундай ҳолатларга ҳар бир қатламнинг ҳисоб-китобларини алоҳида аниқлаб олинди.

Суткалик йўқатилаётган иссиқликни аниқлаб олиш учун еса қуйидаги ҳолатга этибор қаратиш зарур, (Ж)

$$Q_{y.b.1} = Q_{y.b} \cdot 24 \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} (7)$$

бунга: (5) ва (6) формулалар орқали сутканинг ҳарорат маълум даража юқори бўлган ҳолатларида биореактордан йўқатилаётган иссиқлик миқдорини аниқлаб олиш мумкин. Ўрта ҳисобга йиллик ўртача иссиқликни йўқотишни қуйидагича аниқлаб олиш мумкин:

$$Q_{yo'q} = (Q_{y.b.1} + Q_{y.b})/2. (8)$$

Ўрта Осиё иқлим шароитида кичик қувватли биогаз қурилмаларида органик чиқиндиларни қайта ишлов беришда ишлатиладиган турларига анаэроб жараёни мўтадил кечиши нисбатан кам вақт ишлов бериш учун қўшимча энергия талаб этиши ёки уларни нисбатан узоқ вақт ферментация жараёнларининг давомийлиги сабабли амалиётга кенг қўлланилмайди.

Хулосалар: Кичик қувватли биогаз қурилмаларида кундалик ҳажм бирлигидаги органик чиқиндиларни миқдорини ҳисоблаш зарурати бўлгани билан биргаликда улардаги маълум қисмига анаэроб жараён метаногенларини ишлашини инобатга олиб уларнинг жараёнга адаптацияси вақти ҳамга ҳарорат режимини инобатга олиб ички сиртига конвектив иссиқлик бериш коэффицентини, асосий цилиндрсимон ўрта қисмидаги ички сирти юзасигаги конвектив иссиқлик бериш коэффицентини, пастки кесик конуссимон қисмининг ички сиртидаги конвектив иссиқлик бериш коэффицентини ҳисоблаш талаби қўйилди.

Юқоридагилардан ташқари кичик қувватли биогаз қурилмаларининг кундалик йиғилиб қоладиган органик чиқиндилар ҳажмини ҳисоблашга кундалик юкладаниган органик чиқинди миқдоридан келиб чиқиб амалга ошилади, акс ҳолда бундай қурилмаларни ишлатишда иқтисоний самараси кескин тушиб кетиши мумкин. Кичик қувватли биореакторларнинг фойдали иш ҳажми органик чиқиндилар тўпланиш жойларигаги эпидимиологик- экологик муҳитни мувофилаштиришга қаратилиши шарт [10, 11, 13; 19, 24, 35, 38]. Агар молхона органик чиқиндиларига анаэроб ишлов беришда моллардан суткалик олигаётган органик чиқинди ва моллар сони инобатга олиниши ёки товуходаги товуклардан кундалик олинаётган органик модда миқдоридан келиб чиқилиши шарт.

Тахлилларимиздан молхона чиқиндиларни анаэроб бериш кичик қувватли қурилмаларини иссиқлик баланси моделини қилиш ва конструктив жихатдан ишлатишга қулайликни орттириш иқтисоний самарадорлигини орттириш учун уларни такомиллаштириш ҳамда параметрларини асослашни талаб этилади.

Кичик қувватли биогаз қурилмаларидан олинадиган биогаз сифати ва органик ўғит миқдори уларнинг ҳарорат параметрларини оптималлаштиришдаги асосий кўрсаткичларини аниқлаб олиш керак бўлади, бунда, биореакторнинг юқори кесик конуссимон қисми, цилиндрсимон ва пастки кесик конуссимон қисми сиртидаги конвектив иссиқлик бериш коэффицентини ҳисоблаш зарур.

Адабиётлар

1. O‘zbekiston Respublikasining Prezidenti Sh. Mirziyoyevning Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to‘g‘risidagi Qonuni. Toshkent sh., 2019-yil 21 may, O‘RQ-539-son.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti qarori. “Iqtisodiyotning energiya samaradorligini oshirish va mavjud resurslarni jalb etish orqali iqtisodiyot tarmoqlarining yoqilg‘i-energetika mahsulotlariga qaramligini kamaytirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”. Toshkent shahri, 2020-yil 10 iyul.
3. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года. Проект.
4. Energy Information Administration. Prices.[Электронный ресурс].- URL: <https://www.eia.gov/dnav/ng/hist/rngwhhdA.htm>
5. <https://www.iea.org/reports/renewables-2023/special-section-biogas-and-biomethane>.
6. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 02.12.2022 yildagi PQ-436-son

7. Liu D.W., Liu D. P., Zeng R.J., Angelidaki I. 2006. Hydrogen and methane production from household solid waste in the two-stage fermentation process. 'Water Research. 40(11): 2230 - 2236.
8. Satyanarayana T, Raghukumar C, Shivaji S. Extremophilic microbes: Diversity and perspectives. Current Science. 2005; 89:78–90.
9. Boone D. R.-Mixed –culture ferment or for simulating metanogenic digesters.-Appl. Environmental Microbial., 1984, vol.48, № 1, p.122-126
10. Hashimoto A. S. effect of mixing duration and wacum on methane rgoduotion rate from beef coltle waste // biotechnol-1982.- vol. -24, 9-23 p.
11. Imomov.Sh, Kayumov.T, Mamadalieva.Z. Substantiation The Parameters Of The Primary Processing In Installation Based Of RenewabLe Energy. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agricultureand Rural DeveLopment VoL. 18, Issue 4, 2018 PRINT ISSN 2284-7995, E-ISSN 2285-3952, -157-162 p.
12. B. Wu Three-dimensional numerical simulation model of biogas production for anaerobic digesters [Текст] / B. Wu, E.L. Bibeau, K.G. Gebremedhin. // Canadian biosystems engineering.- 2009.-№51.-p. 8.1–8.7
13. Yang S.S., Liu C.M., Liu Y.L. Estimation of methane and nitrous oxide emission from animal production sector in Taiwan during 1990–2000 // Chemosphere.-2003.-V. 52, No 8.-P. 1381–1388.
14. Desjardins R.L., Kulshreshtha S.N., Junkins B., Smith W., Grant B., Boehm M. Canadian greenhouse gas mitigation options in agriculture // Nutr. Cycl. Agroecosys.-2001.-V. 60, No 1–3.-P. 317–326.
15. Min H., Zhao Y.H., Chen M.C., Zhao Y. Methanogens in paddy rice soil // Nutr. Cycl. Agroecosys.-1997.-V. 49, No 1–3.-P. 163–169.
16. Баадер В., Дооне Е., Бреннендорфер М. Биогаз: теория и практика (пер. с нем.). - М.: Колос, 1982. - 148 с.
17. Дубровский В.С., Виестур У.Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. - Рига; Зинатне, 1988. - 204 с.
18. Kaku N., Ueki A., Fujii H., Ueki K. Methanogenic activities on rice roots and plant residues and their contributions to methanogenesis in wetland rice field soil // Soil Biol. Biochem.- 2000.-V. 32, No 14.-P. 2001–2010.
19. Freeman C., Liska G., Ostle N.J., Lock M.A., Hyghes S., Reynolds B., Hudson J. Enzymes and biogeochemical cycling in wetlands during a simulated drought // Biochem.-1997.-V. 39, No 2.-P. 177–187.
20. Никитин Г.А. Метановое брожение в биотехнологии: Учеб. пособие. -К. :Выща.Шк.,1990.-207 с:
21. McHugh S., Carton M., O'Flaherty V., Mahony T. Methanogenic population structure in a variety of anaerobic bioreactors // FEMS Microbiol. Lett.-2003.-V. 219, No 2.-P. 297–304.
22. Shima S., Warkentin E., Thauer R.K., Ermler U. Structure and Function of Enzymes Involved in the Methanogenic Pathway Utilizing Carbon Dioxide and Molecular Hydrogen // J. Biosci. Bioeng.-2002.-V. 93, No 6.-P. 519–530.
23. Ince B.K., Ince O., Oz N.A. Changes in acetoclastic methanogenic activity and microbial composition in an upflow anaerobic filter // Water, Air, Soil Pollut.-2003.-V. 144, No 1.-P. 301–315
24. M. Mccarty P.L. One Hunderd Years Of Anaerobic Treatment Gerber/.An Analysis Of Available Mathematical Model For Anaerobic Digestion Of Organic Substances For Production Of Biogas [Text]/ M. Gerber, R.Span//International Gas Union Research Conference, Paris. 2008. - Vol.1-P.1294-1324
25. Bhargava S, Frisner H, Bisgard - Frantzen H, Tams JW. A process of producing a fermentation product. Patent WO 2005113785. 2005.
26. Chen Y., Cheng J.J. and Creamer K.S.: Biores. Technol. 2008, 99(10), 4044–4064.ЭХМ.

27. Imomov Sh., Ergashov Z., Yuliev O., ... Ganiyev B., Orziyev S. Method for processing organic boat waste from “chorvaagroclaster” farm. BIO Web of Conferences, 2024, 103, 0001.
28. Salimov, O.U., Imomov, Sh.J., Shodiyev, E.B., Juraev, T.Kh., Sabirov, K.N., Physical-mechanical properties of organic waste reduced to bioreactor. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 868(1), 012088.
29. Imomov.Sh.J. Orziyev.S.S. Amrulloev.T.O. Efficiency of using biogome in cultivation of greenhouse plants ISSN:2776-0979, Volume-3, Issue-3, Mar2022-167p.
30. Imomov Sh. Biogaz qurilmasining vaqtinchalik texnologik reglamenti. TR1647289931:2 016/T.f.d, akademik A.Salimov taxriri ostida//Sh.Imomov, K.Usmonov, B.Xakimov, A.Xudoyberdiyev, Z.Ergashov. «O‘zbekneftgaz milliy xolding kompaniyasi» Buxoro neft qayta ishlash zavodi, 2 016 -48 b.
31. Imomov, S., Sultonov, M., Aynakulov, S., Usmonov, K., & Khafizov, O. (2019). Mathematical Model of the Processes of Step-By-Step Processing of Organic Waste. In International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2019. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ICISCT47635.2019.9011929>
32. Sultonov M. Organik chiqindilarga anaerob ishlov berishda qayta tiklanuvchi energiya qurilmasi parametrlarini optimallashtirish. Diss. ... texn. fan. fal. doktori (Phd). - Toshkent, 2019.- 110 b
33. Imomov.Sh, Kayumov.T, Mamadaliyeva.Z. Substantiation The Parameters Of The Primary Processing In Installation Based Of Renewable Energy. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development Vol. 18, Issue 4, 2018 PRINT ISSN 2284-7995, E-ISSN 2285-3952, -157-162 p.
34. Имомов Ш., Hwang Sang Gu. Установка для получения биогаза // Межд. Патент на изобретение, Южная Корея, № 10-0892746/2009.04.02.
35. Imomov SH.J. Technological foundations of the process of obtaining biogas and fertilizers from agricultural wastes (05.05.06-Power-plants on the basis of renewable energy: 05.07.01-Agricultural and meliorativt machinery. Mechanization of agricultural and reclamation work (Technical sciences. Agricultural sciences). Abstract of doctoral dissertation (dsc) on technical sciences. Tashkent-2017.
36. Shodiev.E, Mamadaliyeva.Z and Imomova.N Checking the reliability of biogas installations by stimulation models of markov processes on faults tree // (2020) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 883 (1), 012172.
37. Muratov.H, Imomova.N, Ergashev.Z, Sultonov.M Electric pulse treatment of organic waste before anaerobic fermentation//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 883(1), 012130.
38. Battini F, Agostini A, Boulamanti AK, et al (2014) Mitigating the environmental impacts of milk production via anaerobic digestion of manure: Case study of a 112 dairy farm in the Po Valley. *Sci Total Environ* 481:196–208.
39. Beylot A, Vaxelaire S, Zdanevitch I, et al (2015) Life Cycle Assessment of mechanical biological pretreatment of Municipal Solid Waste A case study. *Waste Management* 39:287–294.
40. Buratti C, Barbanera M, Fantozzi F (2013) Assessment of GHG emissions of biomethane from energy cereal crops in Umbria, Italy. *Appl Energy* 108:128–136.
41. Camirand E (2019) Biogas Plant Development Handbook. Chingono T, Mbohwa C (2016) Social and environmental impact for sustainable biogas production by the city of johannesburg. *Proc Int Conf Ind Eng Oper Manag* 1047–1050.