

**ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.03/30.09.2020.Т.111.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ”
МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ
БУХОРО ТАБИИЙ РЕСУРСЛАРНИ БОШҚАРИШ ИНСТИТУТИ**

ҚАЮМОВ ТЎЛАНБОЙ ХОЛМИРЗАЕВИЧ

**БИОГАЗ ЭНЕРГИЯ ҚУРИЛМАСИНИНГ ДАСТЛАБКИ ИШЛОВ
БЕРИШ ИШЧИ ЖИҲОЗИ ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

05.05.06-Қайта тикланадиган энергия турлари асосидаги энергия қурилмалари

**техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Қарши – 2022

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Contents of Dissertation Abstract of Doctor of Philosophy (PhD) on technical
sciences**

Қаюмов Тўланбой Холмирзаевич Биогаз энергия қурилмасининг дастлабки ишлов бериш ишчи жиҳози параметрларини асослаш	5
Қаюмов Туланбой Холмирзаевич Обоснование параметров рабочего органа первичной обработки биогазовой энергоустановки	21
Kayumov Tulanboy Kholmiraevich Substantiation of the parameters of the working equipment of primary processing in a biogas device	41
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works	44

**ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.03/30.09.2020.Т.111.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ”
МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ
БУХОРО ТАБИИЙ РЕСУРСЛАРНИ БОШҚАРИШ ИНСТИТУТИ**

ҚАЮМОВ ТЎЛАНБОЙ ХОЛМИРЗАЕВИЧ

**БИОГАЗ ЭНЕРГИЯ ҚУРИЛМАСИНИНГ ДАСТЛАБКИ ИШЛОВ
БЕРИШ ИШЧИ ЖИҲОЗИ ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

05.05.06-Қайта тикланадиган энергия турлари асосидаги энергия қурилмалари

**техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Қарши – 2022

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № В2021.4.PhD/Г775 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” миллий тадқиқот университети Бухоро табиий ресурсларни бошқариш институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.qmii.uz) ва “ZiyoNet” Ахборот-таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Имомов Шавкат Жахонович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Искандаров Зафар Самандарович
техника фанлари доктори, профессор

Ибрагимов Умид Хикматуллаевич
техника фанлари бўйича фалсафа доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Тошкент давлат техника университети

Диссертация ҳимояси Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти ҳузуридаги PhD 03/30.09.2020.Т.111.03 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил 05 12 соат 19 00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 180100, Қарши шаҳри, Мустақиллик кўчаси, 225 уй. Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти конференциялар зали. Тел.: (+99875) 224-02-89; факс: (+99875) 224-13-95, e-mail: kiej_info@edu.uz).

Диссертация билан Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 41 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 180100, Қарши шаҳри, Мустақиллик кўчаси, 225-уй. Тел.: (+99875) 224-02-89, факс: (99875) 224-13-95, e-mail: kiej_info@edu.uz).

Диссертация автореферати 2022 йил 22, 11 куни тарқатилди.
(2022 йил 22, 11 № 12 рақамли реестр баённомаси).



Г.Н. Узоқов

илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш
раиси, т.ф.д., профессор

Х.А. Давлонов

илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш
илмий котиби, т.ф.д., доцент

Б. Уришев

илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш
қошидаги илмий семинар раиси,
т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда қайта тикланадиган энергия манбалари асосидаги қурилмалар ёрдамида биомасса ва органик чиқиндилардан муқобил ёнилғилар олишда биогаз олиш технологиялари етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Сўнгги йилларда дунё миқёсида ишлаб чиқарилаётган энергиянинг 28 фоизи қайта тикланувчи энергия манбалари улушига тўғри келаётганлиги ва шундан 10 фоизини биомассадан олинadиган муқобил ёнилғилар ташкил этаётганлиги¹ ишчи жиҳозлари такомиллашган биогаз олиш қурилмаларини амалиётга жорий этишни тақозо этмоқда. Шу жиҳатдан, биомасса ва органик чиқиндилардан биогаз технология асосида муқобил ёнилғи олишда такомиллашган биогаз олиш қурилмаларидан фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда биомасса ва органик чиқиндилардан биогаз технологиялари асосида муқобил ёнилғилар олиш жараёнлари ва қурилмаларини такомиллаштиришга қаратилган илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, биогаз қурилмаларида биомассага дастлабки ишлов бериш усуллари, жумладан, биологик, термик, кимёвий ва техник усуллари кенг қўлланилиб, биомассани реакторга юклашдан олдин дастлабки механик ишлов берадиган қурилмаларни такомиллаштириш бўйича олиб борилаётган тадқиқотлар устувор ҳисобланади. Шу сабабли, биогаз олиш қурилмасининг дастлабки ишлов бериш ишчи жиҳозларининг параметрларини асослашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда биогаз қурилмаларининг самарадорлигини ошириш, биомасса энергиясидан фойдаланиш имкониятларини кенгайтириш, энергия тежамкор технологиялар асосида такомиллашган биогаз олиш қурилмаларини амалиётга жорий этиш юзасидан кенг қамровли чоратадбирлар амалга оширилмоқда ва муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг 2019 йил 21 майда қабул қилинган “Қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш тўғрисида”ги Қонунида “...мамлакатнинг энергетика хавфсизлигини мустаҳкамлаш, ёқилғи-энергетика балансининг қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланган ҳолда электр, иссиқлик энергияси ва биогаз ишлаб чиқаришга доир қисмини диверсификациялаш...”² устувор вазифа сифатида белгилаб берилган. Шунинг учун, биогаз олиш қурилмаларидаги дастлабки ишлов бериш ишчи жиҳозларининг оптимал параметрларини асослаш долзарб илмий-техник вазифа ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг иқтисодий электр энергияси билан узлуксиз таъминлаш ҳамда “Яшил иқтисодий” технологияларини барча соҳаларга фаол жорий этиш, иқтисодийнинг энергия самарадорлигини 20 фоизга ошириш бўйича қабул қилинган 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон Фармонида “2022–2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси”, 2019 йил 22 августдаги ПҚ-

¹ <https://yearbook.enerdata.ru/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html>

² <https://lex.uz/ru/docs/4346831>

4422-сон “Иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологияларни жорий этиш ва қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантиришнинг тезкор чоратadbирлари тўғрисида”ги қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Диссертация иши бўйича тадқиқотлар фан ва технологиялар ривожланишининг III. “Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик” устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Биогаз олиш қурилмаларида биомасса ва органик чиқиндиларга ишлов бериш жараёнидан олдин дастлабки ишлов бериш бўйича хорижий илмий тадқиқотчилар Йонас Амменберг, Розбех Фейз, Мими Ван, Вэйсин Као, Чэнь Сун ва Цзысян Сун, Ханс Оушнер, Вайе Лейт, Тел Рехл ва Жонс Муюллер, А.Г.Пузанков, И.В.Бородин, П.И.Богданов, А.Ковалев, В.Домерецкий, А.Куц ва бошқалар томонидан илмий тадқиқотлар ўтказилган.

Республикада биогаз олиш қурилмаларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш, самарадорлигини ошириш борасида етакчи олимлар Ш.Имомов, Ғ.Н.Узоқов, Б.Раҳматов, У.Эшонқулов, Н.Халилов, М.Султонов томонидан илмий изланишлар олиб борилган. Хусусан, улар томонидан қурилмада йўқотилаётган иссиқликдан унумли фойдаланиш учун рекуперация ускунасини ишлаб чиқиш, биогаз олиш қурилмаларини маҳаллий иқлим шароитида самарали ишлатиш, биомассага биореакторнинг ичида қатламли ишлов бериш, биомассани пульсацияли аралаштириш ва поғонали ишлов бериш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Эришилган ижобий илмий натижаларга қарамасдан, органик чиқиндиларни биогаз қурилмаларга юклаш олдидан дастлабки ишлов бериш жараёнларини оптималлаштириш орқали қурилмаларнинг энергия самарадорлигини ошириш масалалари етарлича ўрганилмаган. Шу сабабли, биогаз олиш қурилмаларида органик чиқиндиларни механик тарзда дастлабки ишлов бериш усулларини такомиллаштириш долзарб масала ҳисобланади.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” миллий тадқиқот университетининг БВ-Итех-2018-37 «Қишлоқ аҳоли пунктларида органик чиқиндилардан юқори сифатли ўғит ва биогаз олиш қурилмасини жорий этиш» (2018-2019) мавзусидаги инновацион лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади биогаз қурилмасининг самарадорлигини ошириш учун хомашёга дастлабки ишлов бериш ускунасини ишлаб чиқиш ва параметрларини асослашдан иборат.

Тадқиқот вазифалари:

биомасса ва органик чиқиндиларга дастлабки ишлов бериш усуллари ва қурилмаларини илмий-техник таҳлил қилиш;

биомасса ва органик чиқиндиларга дастлабки механик ишлов бериш қурилмасининг технологик схемасини ишлаб чиқиш ва физик-механик параметрларини асослаш;

биомасса ва органик чиқиндиларга дастлабки механик ишлов бериш тажриба қурилмасини ишлаб чиқиш ва тадқиқ қилиш;

биомассани реакторга юклаш тезлиги, майдаланганлик даражаси ва намлигини анаэроб қайта ишлаш жараёнида биогазнинг чиқишига таъсирини тадқиқ қилиш;

биомасса ва органик чиқиндиларни дастлабки ишлов бериш ва биогаз қурилмаларида анаэроб қайта ишлаш жараёнларини математик моделлаштириш;

биомасса ва органик чиқиндиларни майдалагич ускунаси билан жиҳозланган биогаз қурилмасининг техник-иқтисодий кўрсаткичларини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида биомассага дастлабки механик ишлов бериш воситалари билан жиҳозланган биогаз олиш қурилмаси қабул қилинган.

Тадқиқот предмети биомасса ва органик чиқиндиларга дастлабки механик ишлов бериш жараёнлари, анаэроб қайта ишлаш учун биогаз қурилмаси ва унинг технологик режимлари ҳисобланади.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот жараёнида математик моделлаштириш, иссиқлик техникасининг назарий асослари, назарий механика ва экспериментларни режалаштириш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

биореакторга юкланадиган турли таркибли биомасса ва органик чиқиндиларни шнекли майдалаш асосида биогаз чиқиш миқдори ва самарадорлигини ошириш имконини берадиган, биомассага дастлабки механик ишлов бериш қурилмасининг технологик схемаси ишлаб чиқилган;

биомасса ва органик чиқиндиларни анаэроб муҳитда қайта ишлаш учун ферментация жараёни талаби даражасида майдалаш имконини берадиган ҳамда биомассани кесувчи пичоқ жуфтлигига етказиб берадиган, шнекли дастлабки ишлов бериш қурилмаси яратилган;

биомассани юклаш тезлиги, майдаланганлик даражаси ва намлигини ҳисобга олган ҳолда реактордан биогаз чиқиш миқдорини ўзгаришини ҳисоблаш имконини берадиган, Жордан-Гаусс усулига асосланган регрессион тенглама ишлаб чиқилган;

биомасса ва органик чиқиндиларни анаэроб муҳитда термик ишлов бериш жараёнида ажраладиган биогаз миқдорини оширишни таъминлайдиган технологик параметрларнинг оптимал қийматларини аниқлаш имконини берадиган, математик модель регрессион таҳлил усули асосида ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

биомасса ва органик дағал чиқиндиларни майдаловчи жиҳозли биогаз олиш қурилмасининг такомиллаштирилган технологик схемаси яратилган;

органик чиқиндиларга дастлабки ишлов берувчи иш унуми юқори бўлган ва суяқ биомасса таркибидаги дағал моддаларни майдалайдиган қурилма ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги табиий шароитда замонавий асбоб-ускуналар ва тадқиқот усулларидан фойдаланган ҳолда олинган кўп сонли тажриба натижалари билан асосланади, илмий тажрибаларни ўтказиш ва натижаларни қайта ишлашнинг умум эътироф этилган усуллари қўлланилганлиги, ишлаб чиқариш тажриба натижалари, бир хил дастлабки шароитларда ҳисобий ва тажриба натижаларининг мос келиши билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти – биогаз энергия қурилмасининг дастлабки ишлов бериш ишчи жиҳозининг параметрларини оптималлаштирувчи жараёнлар тўғрисидаги илмий-назарий тушунчаларни кенгайтириши ва биогаз қурилмасининг иш сифатини таъминлайдиган параметрларни асослашда ҳамда олинган аналитик боғланишлардаги маълумотлардан бошқа шунга ўхшаш қурилмаларнинг параметрларини асослашда қўллаш мумкинлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти майдалаш қурилмаси орқали юкланаётган органик моддаларни юклаш тезлиги $V=5$ км/соат, намлик миқдори $W=92$ фоиз ва майдаланганлиги $k=6$ мм бўлганда, оптимал миқдордаги биогаз олиш учун иш режимлари ишлаб чиқилганлиги сабабли, анаэроб жараён 1,4 бараваргача тезлашиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Биогаз олиш қурилмасининг дастлабки ишлов бериш ишчи жиҳози параметрларини асослаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

органик чиқиндиларни қайта ишлаш усули ва уни амалга ошириш қурилмаси учун Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг ихтирога патенти олинган (№ IAP 06719, 31.01.2022 й.). Натижада, биогаз чиқиш миқдори ва биогаз олиш қурилмасининг самарадорлигининг оширилишига эришилган;

органик чиқиндиларни қайта ишлаш орқали биогаз ва биоўғит оладиган биогаз қурилмаси Бухоро вилояти, Шофиркон туманидаги “Biogaz-ekologiya energiya va organik o'g'it” МЧЖда жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2021 йил 13 апрелдаги №02/025-1582 сонли маълумотномаси). Натижада, оддий технологик режимларда ишловчи биогаз олиш қурилмаларига нисбатан 1,3 бараварга ортиқ биогаз олинишига ва биогаз олиш жараёни вақтини 1,4 баробар қисқартирилишига ҳамда 39 миллион сўм йиллик иқтисодий самарадорликка эришилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 7 та илмий-амалий анжуманда, шу жумладан, 5 та халқаро ва 2 та республика анжуманларида апробациядан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий иш чоп этилган бўлиб, шу жумладан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия қилинган 1 та халқаро ва 3 та республика журналларида илмий мақолалар нашр қилинган. Ўзб Рес. интеллектуал мулк агентлигидан 1 та илмий ихтирога патент ва 1 та ЭХМ учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳномаси олинган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

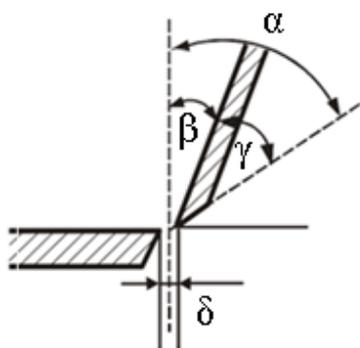
Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати, тадқиқот мақсади ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш ёритилган, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Биогаз олишни жадаллаштириш ва органик чиқиндиларга дастлабки ишлов бериш усуллари”** деб номланган биринчи бобида жаҳон амалиётида қўлланилаётган биогаз энергиясини олиш технологиялари ва қурилмаларининг замонавий ҳолати, биогаз қурилмаларига (БГҚ) юкланаётган органик чиқиндиларнинг таркибидан келиб чиқиб, дастлабки ишлов беришнинг мавжуд усуллари ва қурилмаларининг таҳлили келтирилган. Бажарилган илмий-тадқиқот ишларининг таҳлили шуни кўрсатадики, БГҚлари иш жараёнида тўхтаб қолишлар, органик чиқиндиларни майдалаш ва биореакторга юклаш жараёнидаги муаммолар кам ўрганилган. Эришилган муҳим натижаларга қарамадан, БГҚларнинг энергия самарадорлигини оширишда биомассага дастлабки ишлов бериш масалалари етарлича тадқиқ этилмаган, шунингдек органик чиқиндиларни метанга бижғитишдан олдин унинг физик таркиби ва майдаланганлик даражасини биогаз миқдорига таъсири бўйича тадқиқотлар тўлиқ олиб борилмаган. БГҚларнинг энергия самарадорлигини ошириш соҳасида тадқиқотлар қўламининг кенгайиш тенденцияларини ҳисобга олиб диссертациянинг мақсади ва вазифалари шакллантирилди.

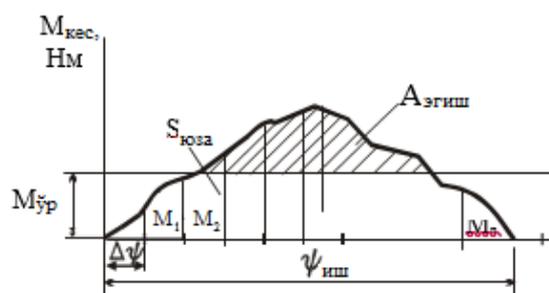
Диссертациянинг **“Органик чиқиндиларга дастлабки ишлов беришдаги назарий тадқиқотлар”** деб номланган иккинчи бобида,

биомасса ва органик чиқиндиларнинг майдаланганлик даражасини аниқлаш ўрганилган. Биомассанинг ўртача геометрик ўлчамларини аниқлаб олишда тўр элакдан ўтказиш усули қўлланилган. Тўрдан ўтказиб ўлчамларини аниқлаш усулида майдаланганлик модули ва уни аниқлаш классификатори тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Мазкур қисмда органик чиқиндиларни кесиш орқали майдалаш жараёни ҳисоблари амалга оширилди. Кесувчи жуфтликлар орасидаги тирқиш, намлиги юқори бўлган биомасса учун келтирилган қиймат $\delta = 0,5-1$ мм оралиғида эканлиги аниқланди. Бунда ўткирланиш бурчаги $\gamma=25^{\circ}$, пичокни ўрнатиш бурчаги $\beta=15^{\circ}$ (амалда 15° дан камроғи самарали) ва кесиш бурчаги максимал $\alpha=45^{\circ}$ гача бўлганда мақбул қийматда бўлади (1-расм). Шунингдек, органик дағал моддаларни тиг ёрдамида кесишда куч моментлари диаграммаси ўрганилди (2-расм).



1-расм. Кесувчи жуфтликлар орасидаги тирқиш.



2-расм. Кесишдаги куч momenti диаграммаси.

Биомассанинг майдаланганлик даражасининг биогаз ажралиб чиқишига таъсири тадқиқ қилинди. Бунда БГҚдаги босим тарқалиш қонунининг асосий тенгламаси, суюқлик ва газ қатлами учун қуйидаги формула бўйича ҳисобланди:

$$P_{ум} = g \cdot (\rho_g \cdot h_g + \rho_c \cdot h_c) \quad (1)$$

Бунда ρ_g, ρ_c -газ ва суюқ биомасса зичлиги, $кг/м^3$; $h_ж$ -суюқ биомассанинг берилган баландлиги, м; $h_г$ -газни биомасса сатҳидан берилган баландлиги, м.

Келтирилган тенглик (1) дан келиб чиққан ҳолда шундай хулосалар қилишимиз мумкинки, суюқ биомасса зичлиги ва метан газ пуфакчаларининг муҳитдаги жойлашган ўрни ҳамда юқорида тўпланган газ босимнинг шу “элементар заррача” мисолидаги пуфакчаларга ўтказаетган таъсири, метан бактерияларининг ферментатив жараёнига бевосита таъсир қилади. Шу нуқтаи назардан метан бактерияларига қулай шароит яратиб бериш биологик газ олишнинг осонлашишига ва унинг миқдори ошишига сабаб бўлади. Метан бактериялари табиатидан келиб чиқиб, БГҚга юкланаётган органик чиқиндилар геометрик ўлчамларининг йириклиги биогаз пуфакчаларини биомасса орасидан сизиб чиқишига тўсқинлик қилиши аниқланди.

Дастлабки ишлов бериш қурилмаси майдалаш билан бир қаторда юклаш вазифасини ҳам бажарганлиги учун юклаш жараёнидаги биомасса тезлигини

БГҚдаги биомасса тезлигидан орттириб юбормаслик талабидан келиб чиқиб, биомассанинг майдалаш жараёнидаги чизикли тезлиги назарий тарзда ҳисоблаб чиқилди ва қувурдаги оқим сарфини, қора мол гўнги зичлигига ва ишқаланиш коэффициентига кўпайтириб, иш ҳажми қуйидаги формуладан аниқланди:

$$U=Q \times \rho \times \mu \quad (2)$$

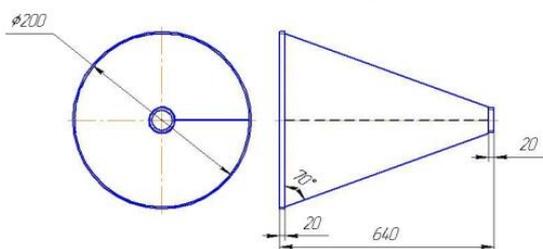
Иш ҳажмидан келиб чиқиб, шнекли майдалагич пичоғига кесиш учун диаметри d_n бўлган қувур бўйлаб келадиган биомасса таркибидаги органик дағал моддаларнинг жами кўндаланг кесим юзаси (S_c) аниқланиб, пичоқнинг зарурий сони топилди:

$$n = \frac{S_c}{d_n} \quad (3)$$

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида дастлабки ишлов бериш қурилмасининг конструктив тузилиши ва БГҚ таркибида ўрнатилиш схемаси таклиф этилди. Бунда аниқланган иш ҳажмига (2) мос унумдорликка эга, 6 кадамли шнек, халқаро стандарт бўйича танланди. Мазкур шнекнинг кичик диаметри $\varnothing 72$ мм ли силлиқ арматурани ва 1500 мм узунликдаги шнек бир ўрамнинг текислик юзаси 2295 мм²ни ташкил этади.

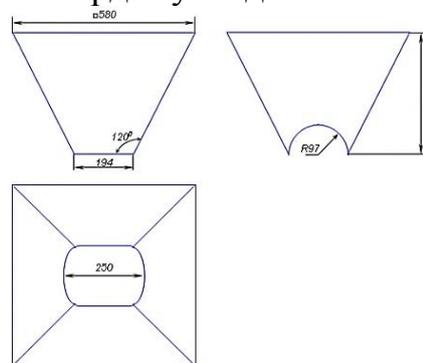
ШБ – 180 ЎЗДСт 24328:2005 шнеки ташқи диаметри $\varnothing 180$ мм ни ташкил қилгани учун бу ўлчамга мос келадиган корпусни тайёрлашда ЎЗДСт 10704:2001 стандарт бўйича ташқи диаметри $\varnothing 193,7$ мм бўлган металл қувур қабул қилинди. Бу қувурнинг девор қалинлиги 3 мм ва узунлиги шнек узунлигига мос ҳолда 1500 мм, соф оғирлиги 21 кг ни ташкил қилади. Мазкур шнек ўқининг равон айланиши учун стандартлаштирилган радиал турдаги бир қатор бўлган 61911-ZZ шарикли подшипниги танланди.

Юритмани лойиҳалаш тадқиқотлари умум эътироф этилган механика усуллари асосида бажарилди. Дастлабки ишлов бериш қурилмаси шнекининг айланишлар сонидан $v_{ш}=44$ айл/мин келиб чиқиб, горизонтал типдаги, цилиндрик кўп босқичли, пасайтирувчи редуктор танланди. Айланиш тезлигини 45 айл/мин тезликкача камайтирадиган редукторга мос равишда, 2 кВт қувватли, 1500 айл/мин айланиш тезлигига эга уч фаза ўзгарувчан ток асинхрон электродвигатели ва редуктор-шківлар ёрдамида понасимон тасмали узатма билан ҳаракатга келтирилиши назарда тутилди.



3-расм. Дастлабки ишлов бериш қурилмасининг кожух-муфтаси

Юклаш қувури ($\varnothing 100$ мм) билан дастлабки ишлов бериш қурилмаси қувурини ($\varnothing 193,7$ мм) ўзаро улаш учун қаршилик миқдорини камайтириш

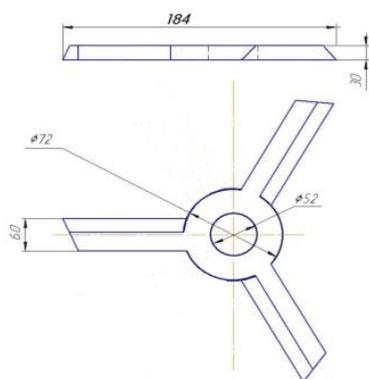


4 – расм. Дастлабки ишлов бериш қурилмасининг бункери

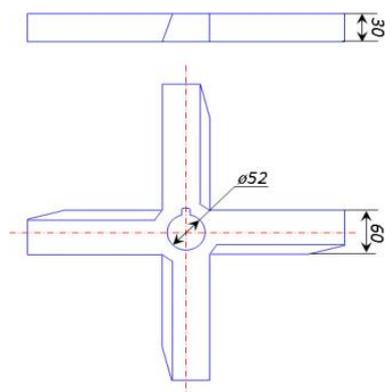
мақсадида (узудлиги 640 мм) кесик конус шаклидаги кожух-муфта конструктив чизмаси тайёрланди (3-расм). Бунда кожух-муфта ва майдалагич қурилмасининг қузури диаметрларига мос келувчи ЎзДСт 12820:2005 стандартида белгиланган $\varnothing 200$ мм ли ясси темир фланец билан бириктирилиши назарда тутилди. Дастлабки ишлов бериш қурилмасида биомассани юклашга мўлжалланган бункер қисми органик моддаларни суткалик юклаш меъёри ва бир марталик юклаш ҳажмидан келиб чиқиб, конструктив ўлчамлари асосланди ва 4-расмда келтирилди. Конструктив соддалаштирилган кесик пирамида шаклидаги бункер ҳажмини (K_6) аниқлаш орқали, БГҚга органик чиқиндиларни суткадаги бир марталик юклаш меъёри (425 кг) талабидан келиб чиқиб, бункернинг юкланиш сони 3,17 марта эканлиги қуйидаги формула асосида аниқланди:

$$K_6 = \frac{1}{3} H (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2}) \quad (4)$$

Аниқланган пичоқлар сонидан (3) учтаси қўзғалмас ва қолган тўрттаси шнек ўқиға маҳкамланиб, айланувчи ҳолатда жойлашиши бўйича ўнга яқин асослар келтирилди. Шундан келиб чиқиб, учтали пичоқни қувурнинг ички диаметрида қўзғалмас вазиятда, таянч вазифасини ўташ учун ўрнатиш таклиф қилинди (5-расм).



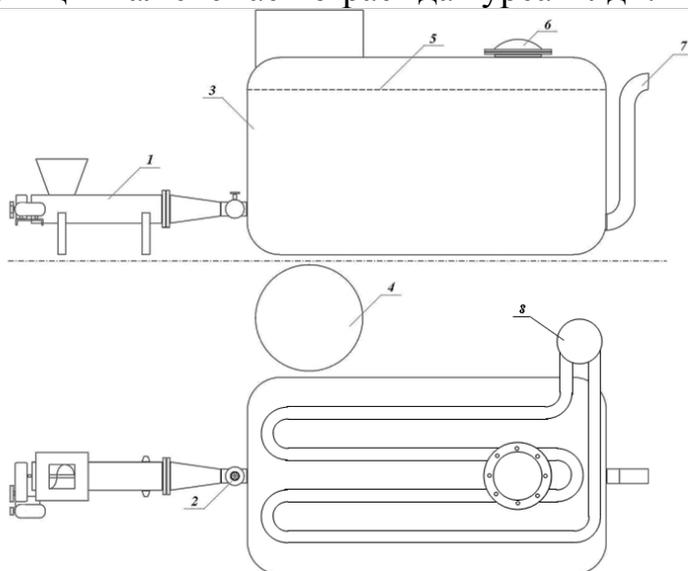
Қўзғалмас таянч пичоқ



Айланувчи ишчи пичоқ

5-расм. Дастлабки ишлов бериш қурилмасининг пичоқлари.

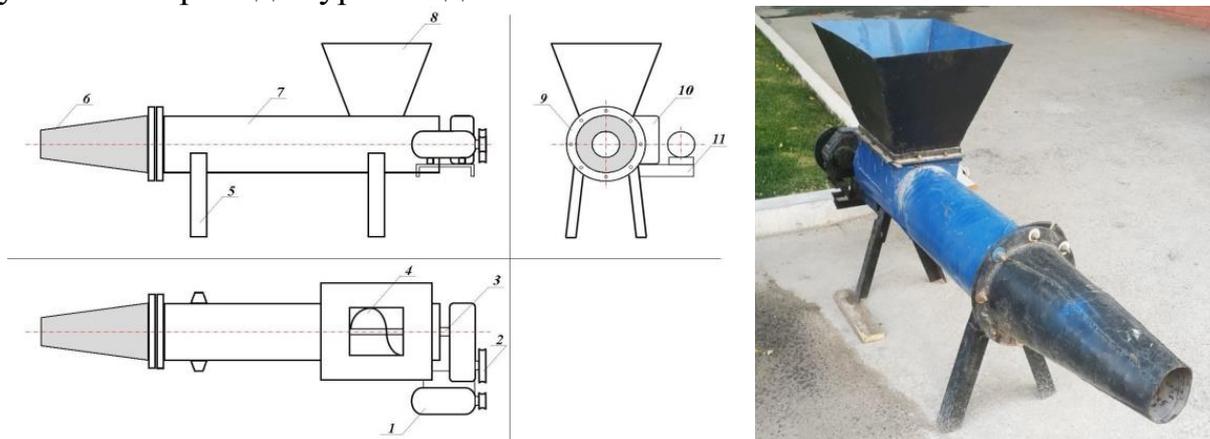
Майдалагич қурилмасининг БГҚ таркибида жойлашишининг принципиал схемаси 6-расмда кўрсатилди.



1- майдалагич; 2- биомасса киритиш задвижкаси; 3- биореактор; 4- газгольдер; 5- суюк биомасса сатҳи; 6- таъмирлаш фланеци; 7- биошлам тўкиш жўмраги; 8- иситиш тизимининг козони.

6-расм. Майдалагичли биогаз олиш қурилмаси схемаси.

Диссертациянинг “Дастлабки ишлов бериш қурилмасида тажриба тадқиқотларини ўтказиш методикаси” деб номланган учинчи бобида тадқиқотни олиб бориш дастури, майдалагич қурилмасининг конструктив чизмалари келтирилди. Органик дағал моддани БГҚга майдалаб юклаш учун дастлабки ишлов бериш тажриба қурилмаси элементларининг йиғма чизмаси иш чизмалари асосида ишлаб чиқилди ва унинг умумий конструктив тузилиши 7-расмда кўрсатилди.



1. Электро двигатель (АИР-2 кВт; 1500 айл/мин), 2. Шкифлар (СЧ- \varnothing 250 мм СЧ- \varnothing 100 мм), 3. Таянч подшипник (61911-ZZ), 4. Шнек (ШБ – 180), 5. Таян оёқлар (швеллер ШС-6.5П), 6. Кожух-муфта (лист 3 мм.), 7. Корпус (қувур ГД.БШ-193.7-3 мм.), 8. Бункер (лист 3 мм.), 9. Фланец (ДУ-200), 10. Редуктор (Ц-130-4.89), 11. Рама (швеллер ШС-150П)

7-расм. Тажриба қурилмасининг конструктив тузилиши.

Шунингдек, майдалагиччи БГҚдаги майдалаш жараёнининг технологик параметрларини аниқлаш учун математик режалаштириш орқали тажрибалар ўтказиш услуги танланиб, тажрибалар ўтказишда олинадиган параметрларнинг қийматларини корреляцион боғланиш жадвали бўйича регрессия тенглама асосида танлаш ишлари бажарилди. Шунга кўра, тадқиқотдаги амалий тажрибаларни ўтказиш учун қўлланиладиган дастлабки ишлов бериш жараёни параметрларини мослиги текширилди.

Йирик шохли қора мол гўнги таркибидаги органик чиқиндиларнинг майдаланганлик даражаси 2...6 мм ораликда ва намлиги 80-92% ораликдаги биомассани дастлабки ишлов бериш қурилмасига юклашдаги чизиқли тезлиги 1...5 км/соат бўлиши инobatга олинди. Тажрибалар ўтказиш сони, Б.Доспеховнинг “Дала тажрибаларини ўтказиш услуги”дан келиб чиққан ҳолда, хатоликларни камайтириш учун ками билан олти марта бўлиши назарда тутилиб, биогаз миқдорида боғлиқлигини келтириб чиқарувчи, кўп параметрли тажрибалар ўтказишга оид чизиқли тенглама тузилди:

$$U = a_0 + ax + by + cz \quad (5)$$

бунда U -биогаз миқдори [м^3]; x -майдаланганлик даражаси [мм]; y -намлик миқдори [фоиз]; z -биомассани юклаш тезлиги [км/соат]; a_0 -ўтказиладиган тажрибалар сони [марта]; a , b , c -аниқланиши керак бўлган коэффициентлар.

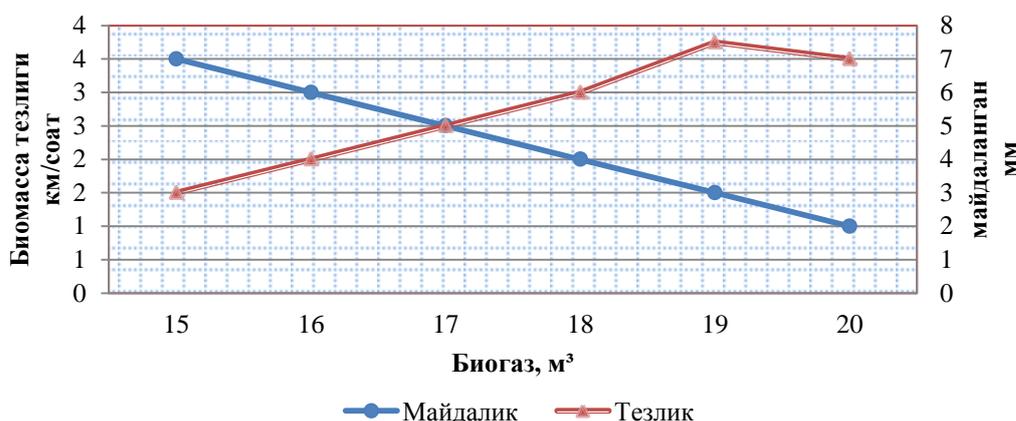
Тузилган (5) формуладаги номаълумларни аниқлашда “Энг кичик квадратлар усули”дан фойдаланиб, a_0 , a , b , c параметрларнинг

коэффициентлари бўйича хусусий ҳосилалар оламиз ва кўп ўзгарувчанлик функцияларнинг экстремумини топиш масаласига асосан, олинган ҳосилани нолга тенглаш ҳисобига тенгламалардаги қийматлардан тенгламалар тизимини тузамиз. Ҳамда уни ечишда, “Жордан-Гаус” усулидан фойдаланилди ва ечим натижасини ўн мингдан бир улушга яхлитлаб олинганда, тенгламалар тизимининг ечими $a_0=13,0$; $a=1,0$; $b=0,0003$; $c=0,001$ қийматларга тенг эканлиги маълум бўлди:

$$\begin{cases} 6a_0 + 27a + 486b + 16,5c = 105 \\ 27a_0 + 139a + 2264b + 83c = 490 \\ 486a_0 + 2264a + 39704,8b + 1375c = 8582 \\ 16,5a_0 + 83a + 1375b + 49,75c = 297,5 \end{cases} \quad (6)$$

Аниқланган натижаларни (5) чи тенгламага қўйиб, биогаз қурилмасидаги дастлабки ишлов бериш жараёни бўйича экспериментал тадқиқотлар ўтказиш учун олинган параметрларнинг математик режалаштиришдаги регрессия тенгламаси ҳосил қилинди (7) ва олинган натижалар таҳлили 8-расмдаги диаграммада келтирилди.

$$U_t = 13 + 1 \times 2 < x < 7 + 0.0003 \times 70 < y < 92 + 0.001 \times 1.5 < z < 4 \quad (7)$$

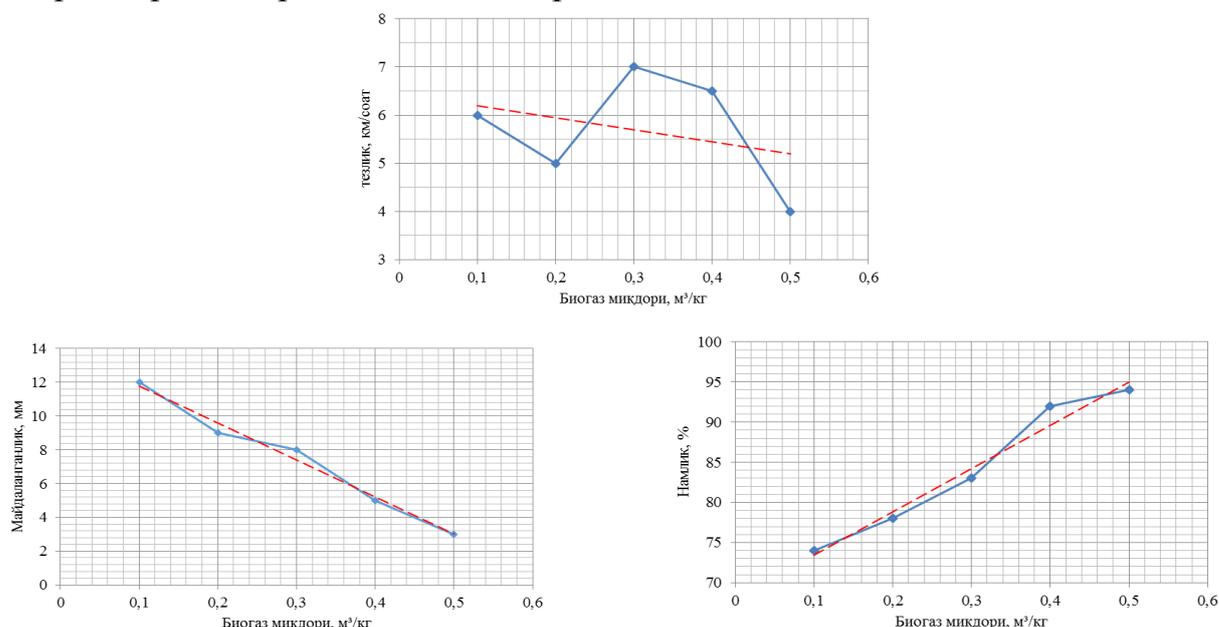


8-расм. Параметрларнинг биогазга боғлиқлик диаграммаси.

8-расмдаги диаграмма таҳлили шуни кўрсатадики, дастлабки ишлов бериш жараёнида 92 фоиз намликдаги биомасса ва органик чиқиндиларни 10 м³ ҳажмли БГҚга юклашдаги чизиқли тезлик 2,8 км/соат бўлганда ва биомасса таркибидаги дағал моддалар 5 мм узунликда майдаланиши натижасида, мазкур анаэроб жараёнидан 17 м³ биогаз олиш мумкин.

Диссертациянинг “**Органик чиқиндиларни анаэроб қайта ишлов жараёнида майдалаш усулидан фойдаланиш тадқиқотларининг натижалари**” деб номланган тўртинчи бобда жараён параметрларининг ҳар бирини, тажриба натижасига кўра биогаз ажралишига таъсири бўйича олиб борилган амалий тадқиқотлар 9-расмдаги диаграммаларда келтирилди. Бунда штрих қизил чизиқ ҳисобий чизиқ ва синиқ кўк чизиқ эса тажриба натижасида аниқланган кўрсаткичларни боғловчи чизиқлар бўлиб, олинган биогаз миқдори биомасса таркибидаги қуруқ органик модда миқдорига нисбатан белгиланди.

Юқорида келтирилган назарий тадқиқотлар ва бир натижавий омилли тажрибаларга асосланиб, белгиланган таъсир этувчи омиллар сатҳи ва ўзгариш оралиқларининг қийматлари белгиланди.



9-расм. Бир натижавий омилли тажрибалардаги ҳар бир параметрнинг биогаз миқдорига таъсирини акс эттирувчи диаграммалар.

Тадқиқотлар ўтказиш учун майдалагичда органик чиқинди таркибидаги дағал моддаларнинг майдаланганлик даражаси ($X_1=2; 6; 10$), органик чиқиндини майдалагичга узатиш тезлиги ($X_2=4; 5; 6$), органик чиқиндининг намлиги ($X_3=76; 84; 92$) БГҚнинг фойдали иш ҳажмидан олинадиган биогазнинг миқдор ва сифат кўрсаткичларига таъсир этувчи омиллар сифатида қабул қилинди.

Тажрибаларда олинган маълумотларга экспериментларни режалаштириш «регрессион таҳлиллар» дастури бўйича ишлов берилди. Бунда дисперсиянинг бир хиллигини баҳолашда Кохрен критериясидан (0,315), регрессия коэффицентлари қийматини баҳолашда Стьюдент критериясидан (2,036), регрессион моделларнинг адекватлигини баҳолашда қўлланилувчи Фишер критериясидан (0,3992548) фойдаланилди.

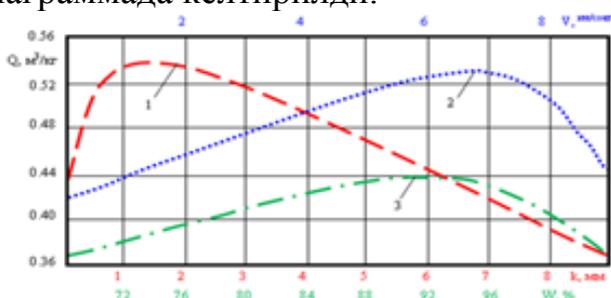
Тажриба натижаларига ишлов берилиб, баҳолаш мезонларини адекват тавсифловчи қуйидаги регрессия тенгламаси олинди:

$$Y = 0,5032 + 0,0039X_1 + X_2 + 0,0164X_3 - 0,0146X_1^2 + 0,0148X_1X_2 - 0,0149X_1X_3 - 0,0114X_2^2 - 0,0073X_2X_3 + X_3^2 \quad (8)$$

Тажрибалар натижасида ўзгарувчан чиқиш фактори кўрсаткичларидан бири БГҚнинг фойдали ҳажмидаги биогаз миқдори бўлиб, унинг сифати ва миқдори олинадиган товар (сотишга бериладиган), яъни энергия бериши ҳисобланади. Бунинг учун асосий кўрсаткичнинг максимум миқдорини олишни таъминлайдиган мақбул қийматларни аниқлашда (8) регрессия тенгламасини ПК “Pentium IV” компьютерида Excel дастури орқали “ечимни қидириш” амали бўйича ечилди. Бунда олинган регрессия тенгламани ечишдаги биогаз миқдорининг максимал қийматга эга бўлиш шarti бўйича

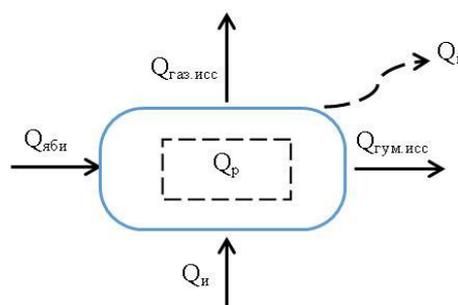
олинган натижаларга кўра $X_1=6,4592$ мм, $X_2=5,2457$ км/соат ва $X_3=92$ % ни ташкил қилди.

Олинган натижалар асосида органик чиқиндиларни майдалаб, маълум бир намлик ва тезликларда юклаш услубида ишловчи майдалагичли БГҚ орқали дастлабки ишлов бериш жараёнининг оптимал кўрсаткичлари аниқланди. Шунга кўра, 88 фоиз намликдаги органик чиқиндиларга анаэроб ишлов беришдан олдин дастлабки ишлов бериш қурилмаси ёрдамида 5 км/соат чизикли тезлик бериб, биомасса таркибидаги органик дағал моддалар (сомон, маккажўхори пояси ва похол) майдаланиш даражаси 5 мм бўлган ҳолатда БГҚнинг фойдали ҳажм бирлигидаги қуруқ органик моддадан олинган биогаз миқдори $Q=0,47$ м³/кг.ни ташкил қилди. Майдалагичли БГҚда дастлабки ишлов бериш жараёнига таъсир этувчи параметрларнинг биогаз ажралиб чиқишига биргаликдаги боғлиқлигини (10-расм) диаграммада келтирилди.



1-майдаланганлик, 2-юклаш тезлиги, 3-намлик

10- расм. Биомассани майдалаш орқали оптимал биогаз миқдорини аниқлашдаги омиллар таҳлиллари.



11- расм. БГҚда иссиқлик оқимини тақсимланиш схемаси

Диссертация ишида мезофиль ҳарорат режимида ишловчи БГҚнинг иссиқлик оқимлари схемасига (11-расм) асосан унинг иссиқлик баланси тузилди.

$$Q_{я} + Q_{и} + Q_{р} = Q_{ў} + Q_{г} + Q_{й} \quad (9)$$

Бунда $Q_{я}$ – БГҚга киритилаётган биомассани иситиш учун зарур иссиқлик миқдори, кВт·с; $Q_{и}$ – иситиш тизими учун берилаётган иссиқлик миқдори; $Q_{р}$ – анаэроб ферментациянинг экзотермик реакцияси жараёнида ҳосил бўлган иссиқлик миқдори; $Q_{ў}$ – БГҚдан ўғит орқали чиқиб кетаётган иссиқлик миқдори; $Q_{г}$ – БГҚдан биогаз орқали чиқиб кетаётган иссиқлик миқдори; $Q_{й}$ – БГҚ сиртидан йўқотилаётган иссиқлик миқдори.

Атроф-муҳит ҳарорати $T_2=295$ °К бўлганда, БГҚнинг ишчи ҳарорати $T_1=308$ °К, ташки диаметри $d_1=1,6$ м, ички диаметри $d_2=1,59$ м, БГҚ сиртининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, $\lambda=74,4$ Вт/м.°К, узунлиги, $L=5$ метр бўлган сиртидан атроф-муҳитга йўқотилаётган иссиқлик миқдорини аниқлашда Фурье формуласидан фойдаланилди (10) ва унинг сирти термик ҳимоя қопламаси билан (50 мм) қоплангандан кейинги йўқотилаётган иссиқлик энергияси $Q_{й}=2,897$ кВт·соат миқдорни ташкил қилди.

$$Q_{й_{узун}} = \frac{2\pi \cdot \lambda \cdot L \cdot (T_1 - T_2)}{\ln \frac{d_2}{d_1}} \quad (10)$$

Тадқиқотчилар Ж.Твайделл ва А.Уэйр экзотермик реакцияда иштирок этувчи биомасса таркибидаги куруқ органик масса (ҚОМ) тўлик парчаланганда, унинг ҳар бир килограммидан $\Delta_p=1,5$ мЖ/м³ миқдорда иссиқлик ажралишини келтирган. Бизнинг ҳисобларда 92 фоиз намликдаги 10 м³ ҳажмли биореакторда ҚОМнинг кунлик миқдори $M_{КОМ}=211$ кг ни, бу экзотермик реакциядан ажралаётган энергия миқдори эса 88 кВт·соатни ташкил қилди ва қуйидаги формуладан аниқланди:

$$Q_p = \Delta_p \cdot M_{КОМ} \quad (11)$$

БГҚда ишлов бериладиган биомасса, олинадиган биогаз ва биоўғитларнинг иссиқлик физикавий хоссалари асосида иссиқлик оқимларини аниқлашга оид 12–формуладан ҳамда 1–жадвалдан фойдаланиб, қолган иссиқлик миқдорларининг қийматлари ҳисобланди.

1-жадвал

БГҚдаги моддаларнинг айрим иссиқлик физикавий хоссалари

Номи	Белгиси	Ўлчови	Сомонли гўнг	Биоўғит	Биогаз
иссиқлик сиғими	c	кЖ/кг· ⁰ К	$3,98 \cdot 10^{-3}$	$4,18 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
кунлик ҳажми	V	м ³	1275	1237	16
зичлиги	ρ	кг/м ³	890	1020-1140	0,72
ҳарорати	T	⁰ К	286	309	309
намлиги	W	%	89	92	$0,8 \cdot 10^{-3}$
солиштирма оғирлик	γ	кг/л (г/л)	0,7	0,9	(0,55)

$$Q = c \cdot v \cdot \rho \cdot T; \quad [\text{кВт} \cdot \text{с}] \quad (12)$$

Биоўғит олиб чиқиб кетадиган иссиқлик энергиясини аниқлашда, рекуперация коэффиценти $Re_q=0,3$ қийматда ва янги биомасса билан қайтиб кираётган рекуперация коэффиценти $Re_k=0,7$ қийматда бўлган ҳисоблашлар қуйидаги формулалар орқали аниқланди:

$$Q_{\ddot{y}} = Re_q \cdot c_{\ddot{y}} \cdot v_{\ddot{y}} \cdot \rho_{\ddot{y}} \cdot T_{\ddot{y}} \quad (13)$$

$$Q_y = (c_b \cdot v_b \cdot \rho_b \cdot T_b) - (Re_k \cdot c_{\ddot{y}} \cdot v_{\ddot{y}} \cdot \rho_{\ddot{y}} \cdot T_{\ddot{y}}) \quad (14)$$

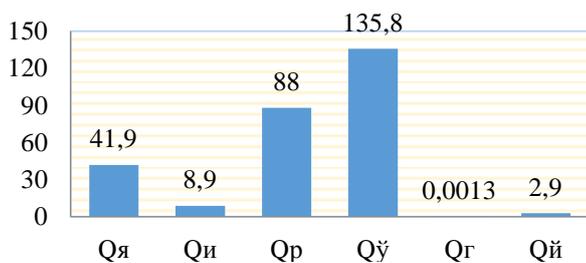
Биомасса ҳарорати +2...+13 ⁰С ҳисобга олганда кунлик юкланадиган янги биомассани БГҚда рекуперациядан кейин иситиш учун сарфланадиган иссиқлик оқимининг миқдори 8,9 кВт·соатни ва биогаз билан чиқиб кетадиган иссиқлик энергиясини аниқланганда, 0,0013 кВт·соатни ташкил қилди (15-формула):

$$Q_r = c_r \cdot v_r \cdot \rho_r \cdot T_r \quad (15)$$

БГҚни мезофиль 36 ⁰С ҳароратда тутиб туришни таъминлаш учун киритилаётган иссиқлик миқдори (16) формула орқали ҳисобланди:

$$Q_{и} = Q_{\ddot{y}} + Q_r + Q_{\ddot{y}} - Q_p - Q_y \quad (16)$$

92 фоиз намликкача бўлган биомассани 10 м³ ҳажмли биореакторда 36 ⁰С ҳарорат иш режимида тутиб туриш учун талаб қилинадиган иссиқлик энергия миқдори 8,9 кВт·соат эканлиги аниқланди.



12-расм. БГҚда тақсимланган иссиқлик энергия оқимлари.

БГҚ иссиқлик энергия оқимларининг тақсимоти 12-расмдаги диаграмма графигида келтирилди. Мазкур диаграмма таҳлили шуни кўрсатадики, биогаз қурилмасида рекуператор мосламаси бўлсада, энг кўп иссиқлик энергия миқдорини (135,8 кВт·соат) биоўғит олиб чиқади ва унинг 31 фоизига тенг миқдордаги қисмига,

кунлик юклаш меъёридаги янги юкланаётган биомассани иситиш учун сарфланадиган иссиқлик энергияси (41,9 кВт·соат) тўғри келади.

Иссиқлик балансининг ҳисоби шуни кўрсатадики, 10 м³ ҳажмли бўлган мезофиль ҳарорат режимидаги БГҚнинг иш фаолиятини таъминлаш учун талаб қилинадиган энергия миқдори 138,8 кВт·соатни ташкил қилади.

Таклиф этилган БГҚнинг техник-иқтисодий кўрсаткичини аниқлашда, 10 м³ ҳажмли БГҚнинг анъанавий ҳолати ва майдалагич тажриба қурилмаси ўрнатилгандан кейинги ҳолати ўзаро таққосланди. БГҚдан анаэроб ишлов бериш орқали олинадиган биогаз миқдорини аниқлашда, дунё олимлари тажрибасига эътибор қаратадиган бўлсак, 75 фоиз намликдаги янги биомасса таркибидаги қуруқ органик модда массасига нисбатан 0,325 кг/м³ биогаз олиш мумкинлигини келтиради. 10 метр³ ҳажмли майдалагичсиз биогаз қурилмасининг 85 фоиз қисми, ўртача 92 фоизгача бўлган намликдаги ва солиштирма зичлиги $\rho=890$ кг/м³ бўлган сомонли биомасса устида олиб борилган тажрибамизда, биомасса таркибидаги ҚОМ миқдорини аниқлаш учун унинг зичлигидан келиб чиқиб, ҳажм бирлигидаги массаси $G_{92} = V_6 \cdot \rho = 7565$ кг ни 75 фоиздаги биомасса таркибида бўлган ҚОМ концентрацияси $G_{75} = \frac{75 \cdot G_{92}}{92} = 6167$ кг га тенг бўлади. Бунда узлуксиз режимда ишловчи БГҚги биомассанинг таркибида қуруқ органик модда концентрацияси оптимал кўрсаткичини таъминлаш учун кунлик юкланадиган меъёрнинг 15 фоиз миқдоридаги массаси $M_{КОМ} = \frac{20,3 \cdot D_{к}}{100} = 185$ кг ни ташкил қилади.

Маълумки, бир метр куб ҳажмдаги биогаз таркибида 60 фоиз СН₄ (метан) бўлганда, унинг ёниш иссиқлиги $E=22-28$ МЖ бўлади. Кунлик юкланаётган биомасса таркибидаги ҚОМ тўлиқ парчаланиши натижасида ҳар бир килограмм ҚОМдан $V_e=0,32...0,48$ кг/м³ биогаз олиш мумкин. Лекин тажрибаларимизда кунлик олинадиган биогаз миқдори, БГҚсидаги иш цикли (7 кунда тўлиқ янгиланиш) дан келиб чиқиб, нотўлиқ ишлов беришга мос келгани учун органик чиқинди таркибидаги ҚОМ парчаланиш кўрсаткичи $V_r=25-30$ фоиз миқдорни ташкил қилиши ҳисобига, майдалагичсиз БГҚдан кунлик олинадиган биогаз миқдорини қуйидаги формула билан аниқланганда, 16 м³ миқдорни ташкил қилади.

$$V_6 = V_r \cdot M_{КОМ} \cdot V_e \quad (17)$$

Демак, кунлик биогаздан олинадиган энергия миқдори $E_{6г}=V_6 \cdot E=448$ МЖ (яъни $E_{6г}=124$ кВт·соат) ни ташкил этади.

БГҚнинг дастлабки иш режимига таъсир этмаган ҳолда майдалагич қурилмасини қўллаш қурилмадаги биомасса таркибида ўзгариш содир қилади. Натижада ҳажм бирлигидаги органик модда массасининг ортиши ҳисобига унинг зичлиги 1070 кг/м^3 миқдорни ташкил қилиб, БГҚ кунлик юкланадиган меъёри бўйича берилаётган биомасса таркибидаги ҚОМ миқдори 225 кг , кунлик биогаздан (20 м^3) олинадиган энергия миқдори $E_{\text{бр}}=155 \text{ кВт}\cdot\text{соат}$ га етади.

Агар БГҚни қолган энергия талаб қилувчи тизимлари билан биргаликда баҳоланса (19), қурилмани эксплуатация қилишдаги жами талаб қилинадиган энергиялар ($E_{\text{жт}}$) жамланмаси ($\epsilon_{\text{м}}$ – биомассани юклаш, $\epsilon_{\text{к}}$ – газни йиғиб олиш ва $\epsilon_{\text{а}}$ – аралаштириш ҳамда сиртдан йўқотилаётган иссиқлик энергиясини қоплаш учун сарфланаётган энергия миқдорлари) қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$E_{\text{жт}} = Q_{\text{я}} + Q_{\text{и}} + Q_{\text{й}} + \epsilon_{\text{м}} + \epsilon_{\text{а}} + \epsilon_{\text{к}} \quad (18)$$

Келтирилган ва аниқланган маълумотлар асосида майдалагичсиз БГҚ самарадорлиги $2,1 \text{ кВт}$ соатни ва майдалагичли БГҚ самарадорлиги $2,6 \text{ кВт}$ соатни ташкил қилиб, 20 фоиз самарали эканлигини кўриш мумкин.

Анъанавий БГҚдан олинадиган фойдали энергия миқдори $65,7 \text{ кВт}$ ва тақлиф этилаётган майдалагичли БГҚдан олинадиган фойдали энергия миқдори $93,4 \text{ кВт}$ ташкил қилади. Демак, энергетик самарадорлик $27,7 \text{ кВт га}$ тенг. БГҚнинг эксплуатацияси давомийлиги суткасига 24 соат ва йилига 350 кун экани инобатга олинса, йиллик энергетик самарадорлик $P_{\text{й}} = 8400 \cdot P = 232680 \text{ кВт}\cdot\text{соат}$ миқдордаги энергияга тенг бўлади.

ХУЛОСА

Биогаз қурилмаларидаги дастлабки ишлов бериш жараёнида қўлланилувчи майдалагич ускунасининг параметрларини асослашда қуйидаги хулосалар қилинди:

1. Майдалаш қурилмасининг технологик иш жараёнини тадқиқ этишда қирқиш тиғларининг конструктив схемаси бўйича қўзғалувчан ва қўзғалмас вазиятда жойлашувчи икки ҳил пичоқ параметрлари асосланган. Шунга кўра, дастлабки ишлов бериш қурилмаларининг ишчи жиҳозларини аниқлаш имконини берадиган аналитик ифодалар олинган.

2. Назарий тадқиқотлар асосида ишлаб чиқилган дастлабки ишлов бериш қурилмасида органик чиқиндиларни анаэроб жараёнда бижғитиш учун тайёрланадиган биомассанинг физик-механик хоссаларини ҳисобга олиб, оптимал параметрларни аниқлаш учун математик модель ишлаб чиқилган.

3. Майдалаш қурилмаси орқали юкланаётган органик моддаларнинг юкланиш тезлиги 5 км/соат , намлик миқдори 92 фоиз ва майдаланганлиги 6 мм бўлганда, максимал миқдордаги биогаз олиш учун иш режимлари ишлаб чиқилди. Шунингдек, 10 м^3 ҳажмли БГҚга кунлик юкланаётган биомасса таркибидаги ҚОМ миқдори, фақат 180 кг дан юқори бўлганида, майдалагич қурилмасидан фойдаланиш юқори энергетик самара бериши аниқланди.

4. БГҚда бижғитиладиган биомассанинг дағал моддаларини майдалаш ва юклаш усули яратилди (№IAP 06719; 31.01.2022) ҳамда майдалагич қурилмасининг конструктив параметрлари асосланди.

5. Олинган тажриба натижалари шуни кўрсатдики, майдаланмай биогаз қурилмасига юкланадиган органик моддаларга нисбатан майдаланганлик даражаси талаб даражасида (2 ... 5 мм) бўлган органик чиқиндиларни анаэроб жараёнда ишлов бериш биогаз олиш имконини 1,2 бараварга орттиради. Шнекли майдалагич бир вақтнинг ўзида майдалаш ва юклаш ишларини бажариши билан ўхшаш қурилмаларга нисбатан самарадорлиги 1,3 баравар юқори бўлиши асосланди.

6. Органик чиқиндиларни анаэроб ишлов беришда БГҚнинг техник-иктисодий кўрсаткичларини муҳандислик ҳисоби асосида қурилмани мақбул геометрик ўлчамлари аниқланди ва 10 м³ ҳажмдаги биогаз қурилмасига кетаётган металл сарфини ўзгартирмаган ҳолда, анъанавий қурилмаларга нисбатан майдалагичли БГҚ самарадорлигини 20 % га ошириш имконияти яратилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.09.2020.Т.111.03 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ КАРШИНСКОМ
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

**БУХАРСКИЙ ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ
РЕСУРСАМИ НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА “ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА”**

КАЮМОВ ТУЛАНБОЙ ХОЛМИРЗАЕВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ПЕРВИЧНОЙ
ОБРАБОТКИ БИОГАЗОВОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ**

05.05.06 – Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**

Карши – 2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2021.4. PhD/T775.

Диссертация выполнена в Бухарском институте управления природными ресурсами при Национальном исследовательском университете "Ташкентский институт инженеров приращивания и механизации сельского хозяйства".

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.qmii.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу (www.ziyo.net).

Научный руководитель:	Имомов Шавкат Жахонович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Искандаров Зафар Самандарович доктор технических наук, профессор Ибрагимов Умид Хикматуллаевич Доктор философий технических наук, доцент
Ведущая организация:	Ташкентский государственный технический университет

Защита диссертации состоится «03.12» 2022 года в часов на заседании Научного совета № PhD.03.30.09.2020.T.111.03 при Каршинском инженерно-экономическом институте (Адрес: 180100, г. Карши, ул. Мустакиллик, 225. Тел: (99875) 224-02-89, факс: (99875) 224-13-95, e-mail: kiet_info@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Каршинского инженерно-экономического института (зарегистрировано № 41) (Адрес: 180100, г. Карши, ул. Мустакиллик, 225. Тел: (99875) 224-02-89, факс: (99875) 224-13-95, e-mail: kiet_info@edu.uz).

Автореферат диссертации разослан «22» 11 2022 года (реестр протокола рассылки № 12 от «22» 11 2022 года).



Г.Н. Узюков
председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

Х.А. Диллонов
ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.ф.н., доцент

Б. Уришев
председатель научного семинара
при Научном совете по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Технологии получения биогаза занимают одно из ведущих мест в мире при получении альтернативного топлива из биомассы и органических отходов с помощью установок на основе возобновляемых источников энергии. Тот факт, что в последние годы на долю возобновляемых источников энергии приходится 28 процентов производимой в мире энергии, из которых 10 процентов составляют альтернативные виды топлива³, получаемые из биомассы, обуславливает необходимость внедрения в практику установок получения биогаза с усовершенствованными рабочими органами. В связи с этим при получении альтернативного топлива на основе биогазовой технологии из биомассы и органических отходов приобретает важное значение использование усовершенствованных установок получения биогаза.

В мире проводится научно-исследовательская работа, направленная на совершенствование процессов и устройств получения альтернативных видов топлива на основе биогазовых технологий из биомассы и органических отходов. В этом направлении в биогазовых установках широко применяются методы первичной обработки биомассы, в том числе биологические, термические, химические и технические, но исследования по совершенствованию установок первичной механической обработки биомассы перед загрузкой ее в реактор являются приоритетными. Именно поэтому особое внимание уделяется обоснованию параметров рабочих органов первичной обработки установки получения биогаза.

В республике осуществляются комплексные меры по повышению эффективности биогазовых установок, расширению возможностей использования энергии биомассы, внедрению в практику усовершенствованных установок получения биогаза на основе энергосберегающих технологий, в этом деле достигнуты определенные результаты. В Законе Республики Узбекистан “Об использовании возобновляемых источников энергии” от 21 мая 2019 года “...укрепление энергетической безопасности страны, диверсификация топливно-энергетического баланса в части производства электрической, тепловой энергии и биогаза с использованием возобновляемых источников энергии...”⁴ было определено как приоритетное направление. Поэтому обоснование оптимальных параметров рабочего оборудования первичной обработки в установках получения биогаза является актуальной научно-технической задачей.

Настоящее диссертационное исследование в определенной степени служит реализации задач, которые сформулированы в Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы, утвержденной указом Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60, в частности, по бесперебойному обеспечению экономики электроэнергией, активному

³ <https://yearbook.enerdata.ru/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html>

⁴ <https://lex.uz/docs/4346835>

внедрению технологий «зеленой экономики» во все сферы, увеличению энергоэффективности экономики на 20 процентов, а также постановлении Президента “Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии” от 22 августа 2019 года №ПП-4422 и других нормативно-правовых документах, регулирующих деятельность в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Исследования диссертационной работы выполнены в рамках приоритетного направления развития науки и техники П. “Энергетика, энерго и ресурсосбережение”.

Степень изученности проблемы. Научные исследования в области предварительной обработки биомассы и органических отходов в установках для получения биогаза до процесса их обработки проводились такими зарубежными научными исследователями, как Йонас Амменберг, Розбех Фейз, Мими Ван, Вэйсин Као, Чэнь Сун ва Цзысян Сун, Ханс Оушнер, Вайе Лейт, Тел Рехл ва Жонс Муюллер, А.Г.Пузанков, И.В.Бородин, П.И.Богданов, А.Ковалев, В.Домерецкий, А.Куц и другие.

В нашей республике научные изыскания по разработке и совершенствованию установок получения биогаза, повышению их эффективности проводили ведущие ученые Ш.Имомов, Г.Узаков, Б.Рахматов, У.Эшонкулов, Н.Халилов, М.Султонов. В частности, ими были проведены научно-исследовательские работы по разработке рекуперативного устройства для предотвращения потерь тепла в установке и его эффективного использования, эффективной эксплуатации биогазовых установок в местных климатических условиях, послышной обработке биомассы внутри биореактора, пульсационному перемешиванию биомассы и ее ступенчатой обработке.

Несмотря на достигнутые положительные научные результаты, вопросы повышения энергоэффективности установок путем оптимизации процессов первичной обработки органических отходов до их загрузки в биогазовые установки изучены недостаточно. Поэтому вопрос совершенствования методов механической первичной обработки органических отходов в установках по получению биогаза считается актуальным.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках инновационного проекта Национального исследовательского университета “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства” БВ-Итех-2018-37 на тему “Внедрение в сельских населенных пунктах установки получения из органических отходов высококачественных удобрений и биогаза” (2018-2019).

Целью исследования является разработка и обоснование параметров устройств первичной обработки сырья для повышения эффективности работы биогазовой установки.

Задачи исследования:

научно-технический анализ методов и устройств предварительной очистки биомассы и органических отходов;

разработка технологической схемы устройства первичной механической переработки биомассы и органических отходов и обоснование физико-механических параметров;

разработка и исследование экспериментального устройства для первичной механической переработки биомассы и органических отходов;

исследование влияния скорости загрузки биомассы, степени измельчения и влажности на выход биогаза при анаэробной переработке;

математическое моделирование процессов предварительной обработки биомассы и анаэробной переработки в биогазовых установках;

определение технико-экономических показателей биогазовой установки, оснащенной оборудованием для измельчения биомассы и органических отходов.

Объектом исследования является установка получения биогаза, оснащенная устройством первичной механической обработки биомассы.

Предметом исследования являются процессы первичной механической обработки биомассы и органических отходов, биогазовая установка анаэробной переработки и ее технологические режимы.

Методы исследования. В ходе исследования были использованы методы математического моделирования, теоретические основы теплотехники, теоретической механики, и были использованы методы планирования эксперимента.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана технологическая схема устройства для первичной механической обработки биомассы, позволяющего увеличить количество и эффективность выхода биогаза на основе шнекового измельчителя биомассы и органических отходов различного состава, загружаемых в биореактор;

создано устройство первичной обработки со шнеком, которое позволяет измельчать биомассу и органические отходы в анаэробной среде до уровня необходимого процессу ферментации, а также подает биомассу на пару режущих ножей;

разработано уравнение регрессии, основанное на методе Жордана-Гаусса, которое позволяет рассчитать изменение количества биогаза, выходящего из реактора, с учетом скорости загрузки биомассы, степени измельчения и влажности;

на основе метода регрессионного анализа разработана математическая модель, обеспечивающая увеличение количества биогаза, выделяемого при термической переработке биомассы и органических отходов в анаэробной среде и позволяющая определять оптимальные значения технологических параметров.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

создана усовершенствованная технологическая схема биогазового устройства с измельчителем биомассы и органических грубых отходов;

разработано устройство с высокой производительностью для первичной обработки органических отходов и измельчения грубых веществ, содержащихся в жидкой биомассе.

Достоверность результатов исследования основывается на результатах многочисленных опытов, проведенных с использованием современного оборудования и методов исследования в естественных условиях, и обоснована использованием общепризнанных методов проведения научных экспериментов и обработки результатов, результатами производственных опытов, а также совпадением результатов расчетов и экспериментов в одних и тех же исходных условиях.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований заключается в том, что они расширяют научно-теоретические представления о процессах, оптимизирующих параметры рабочего органа первичной обработки биогазовой установки, и могут быть использованы при обосновании параметров, обеспечивающих качество работы биогазовой установки, а также при обосновании других аналогичных установок на основе полученных взаимосвязанных аналитических данных.

Практическая значимость результатов исследования обусловлена тем, что анаэробный процесс ускоряется до 1,4 раза, так как разработаны режимы работы по получению оптимального количества биогаза при скорости загрузки органического вещества через измельчительную установку $V=5$ км/ч, влажности $W=92\%$ и измельченности $k=6$ мм.

Внедрение результатов исследований. На основании полученных научных результатов обоснования параметров рабочего органа первичной обработки биогазовой установки:

получен патент Агентства по интеллектуальной собственности Республики Узбекистана на изобретение способа обработки органических отходов и устройства для его реализации (№ IAP 06719, 31.01.2022 г.). В результате достигнуто увеличение объема выпуска биогаза и повышение эффективности биогазовой установки;

биогазовая установка с измельчителем, получающая биогаз и биоудобрения путем обработки органических отходов, внедрена в ООО “Biogaz-ekologiya energiya va organik o'g'it” Шафирканского района Бухарской области (Справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан от 13 апреля 2021 года №02/025-1582). В результате удалось превысить объем получаемого биогаза в 1,3 раза и сократить длительность процесса получения биогаза в 1,4 раза по сравнению с биогазовыми установками, работающими в обычных технологических режимах, а также добиться годовой экономической эффективности в размере 39 миллионов сумов.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований апробированы на 7 научно-практических конференциях, в том числе на 5 международных и 2 республиканских.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе научные статьи в 1 международном и 3 республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан к публикации основных научных результатов докторских диссертаций. Получены патент на научное изобретение и авторское свидетельство в Агентстве по интеллектуальной собственности Республики Узбекистана об официальной регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Содержание диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении приводится обоснование актуальности и востребованности исследования, формулируются цели и задачи, характеризуются объект и предмет исследования, показывается его соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий в нашей республике, описывается научная новизна и практические результаты исследования, обосновывается достоверность, научная и практическая значимость полученных результатов, демонстрируется их внедрение на практике, приводятся сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **“Интенсификация получения биогаза и методы первичной обработки органических отходов”**, представлено современное состояние применяемых в мировой практике технологий и устройств получения энергии биогаза, анализ существующих методов и устройств первичной обработки с учетом состава органических отходов, загружаемых в биогазовые установки (БГУ). Анализ проведенных научно-исследовательских работ показывает, что проблемы простоев в процессе функционирования БГУ, измельчения органических отходов и их загрузки в биореактор мало изучены. Несмотря на достигнутые значимые результаты, вопросы, связанные с первичной обработкой биомассы в целях повышения энергоэффективности БГУ, изучены недостаточно, вместе с тем, не проводились и полноценные исследования влияния физического состава и уровня измельчения органических отходов до их метанового брожения на количество биогаза. С учетом тенденций расширения масштабов исследований в области повышения энергоэффективности БГУ сформулированы цели и задачи диссертационной работы.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **“Теоретические исследования первичной обработки органических отходов”**, изучается определение степени измельчения биомассы и органических отходов. При определении средних геометрических размеров биомассы применялся метод просеивания через сетчатое сито. Приводятся данные о модуле измельчения

при применении метода определения размеров просеиванием через сито и классификаторе его определения.

В данной части выполнены расчеты процесса измельчения органических отходов путем их разрезания. Установлено, что зазор между парами ножей, приведенное значение для биомассы с повышенной влажностью, находится в пределах $\delta = 0,5-1$ мм. При этом оптимальными будут значения, когда угол заострения $\gamma=25^{\circ}$, угол установки ножа $\beta=15^{\circ}$ (на практике эффективнее менее 15°), а угол резания максимально до $\alpha=45^{\circ}$ (рис.1). Также изучена диаграмма моментов силы при резке органического грубого вещества при помощи лезвия (рис.2).

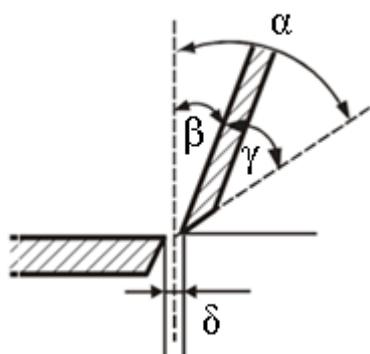


Рисунок 1. Зазор между режущими парами

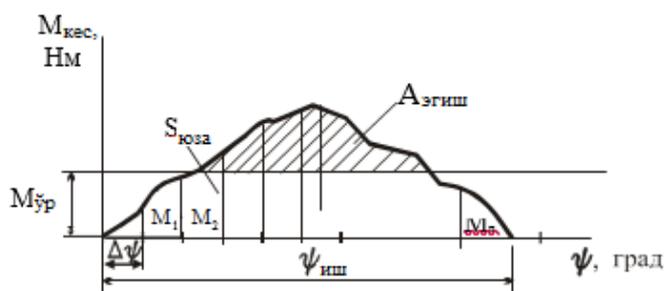


Рисунок 2. Диаграмма момента силы при резке

Исследовано влияние степени измельченности биомассы на выделение биогаза. При этом давление в БГУ рассчитывается по основному уравнению закона распределения, для слоя жидкости и газа по формуле:

$$P_{\text{ум}} = g \cdot (\rho_{\text{г}} \cdot h_{\text{г}} + \rho_{\text{с}} \cdot h_{\text{с}}) \quad (1)$$

Где $\rho_{\text{г}}$, $\rho_{\text{с}}$ – плотность газа и жидкой биомассы, $\text{кг}/\text{м}^3$; $h_{\text{с}}$ – заданная высота жидкой биомассы, м; $h_{\text{г}}$ – высота газа над уровнем биомассы, м.

Исходя из приведенного равенства (1), можно сделать выводы, что плотность жидкой биомассы и расположение пузырьков газа метана в среде, а также влияние давления скопившегося вверху газа, оказываемого на пузырьки на примере этой “элементарной частицы”, непосредственно влияют на ферментативный процесс метановых бактерий. С этой точки зрения создание благоприятных условий для метановых бактерий способствует упрощению выработки биогаза и увеличению его количества. Исходя из природы метановых бактерий, было установлено, что большие геометрические размеры органических отходов, загружаемых в БГУ, препятствуют высвобождению пузырьков биогаза из биомассы.

Из-за того, что установка первичной обработки выполняла не только функцию измельчения, но и функцию загрузки, исходя из требования не увеличивать скорость биомассы в процессе загрузки по сравнению со скоростью биомассы в БГУ, теоретически была рассчитана линейная скорость биомассы в процессе измельчения, а объем работы определялся

путем умножения скорости потока в трубе на плотность биомассы и коэффициент трения:

$$U=Q \times \rho \times \mu \quad (2)$$

Исходя из объема работы была определена общая площадь поперечного сечения S_c органического грубого вещества, содержащегося в биомассе, которая поступает по трубе диаметром $d_{п}$ для нарезки ножом шнека измельчителя, и было определено необходимое количество ножей:

$$n = \frac{S_c}{d_{п}} \quad (3)$$

В результате проведенных исследований была предложена конструктивная структура первичного обрабатывающего устройства и схема его установки в составе биогазового комплекса. При этом по международному стандарту был выбран шнек с 6-ю шагами, имеющий производительность, соответствующую установленному объему работы (2). Малый диаметр этого шнека $\varnothing 72$ мм представляет собой гладкую арматуру, а площадь одной витковой поверхности шнека длиной 1500 мм составляет 2295 мм².

Шнек ШБ-180 УзГСт 24328:2005 имеет наружный диаметр $\varnothing 180$ мм, поэтому для изготовления корпуса, соответствующего этому размеру, была использована металлическая труба наружным диаметром $\varnothing 193,7$ мм по стандарту УзГСт 10704:2001. Эта труба имеет толщину стенки 3 мм и длину 1500 мм, соответствующую длине шнека, вес нетто 21 кг. Для плавного вращения оси шнека был выбран стандартизированный однорядный шариковый подшипник радиального типа 61911-ZZ.

Исследование по проектированию механического привода проводилось на основе общепризнанных методов. Исходя из числа оборотов шнека установки первичной обработки $v_{ш}=44$ об/мин, был выбран цилиндрический многоступенчатый понижающий редуктор горизонтального типа. В соответствии с редуктором, понижающим скорость вращения до 45 об/мин, предусматривался привод от асинхронного трехфазного электродвигателя переменного тока мощностью 2 кВт мощностью 1500 об/мин и ременная передача с помощью редуктора-шкивов.

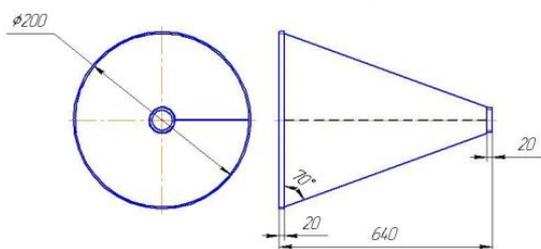


Рисунок 3. Кожух-муфта устройства первичной обработки.

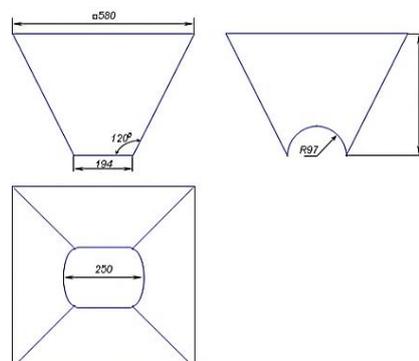


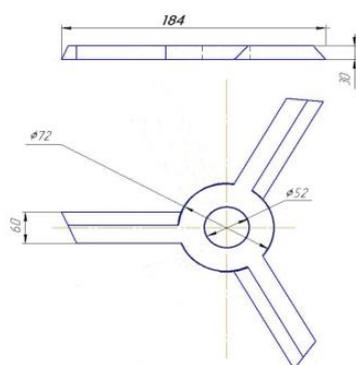
Рисунок 4. Бункер устройства первичной обработки.

Для уменьшения величины сопротивления для соединения загрузочной трубы ($\varnothing 100$ мм) и трубы измельчителя ($\varnothing 193,7$ мм) была разработана

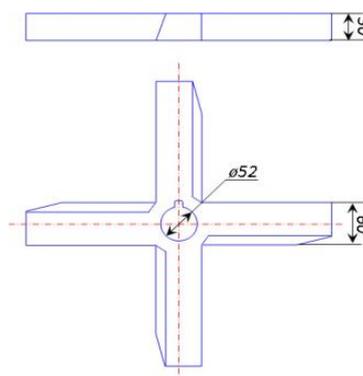
конструктивная схема кожуха-муфты в виде усеченного конуса длиной 640 мм (рис. 3). При этом было предусмотрено, что кожух-муфта и труба измельчительного устройства будут соединены соответствующим их диаметру плоским железным фланцем $\varnothing 200$ мм стандарта УзГСт 12820:2005. Бункерная часть, предназначенная для загрузки биомассы в блоке первичной обработки, была рассчитана исходя из суточной дозы загрузки органического вещества и разового объема загрузки, а конструктивные размеры были рассчитаны и представлены на рис. 4. Путем определения размера бункера в виде конструктивно упрощенной усеченной пирамиды (K_6) было определено, что количество загрузок бункера составляет 3,17 раза, что связано с требованием единовременной нормы загрузки в БГУ органических отходов в день определяется по формуле:

$$K_6 = \frac{1}{3} H (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2}) \quad (4)$$

Было приведено около десяти оснований для того, чтобы из общего выявленного числа ножей три находились в неподвижном положении, а оставшиеся четыре – были вращающимися и прикреплялись к оси шнека. Исходя из этого, было предложено установить тройной нож во внутреннем диаметре трубы в неподвижном положении для выполнения функции опоры оси шнека (рис. 5).



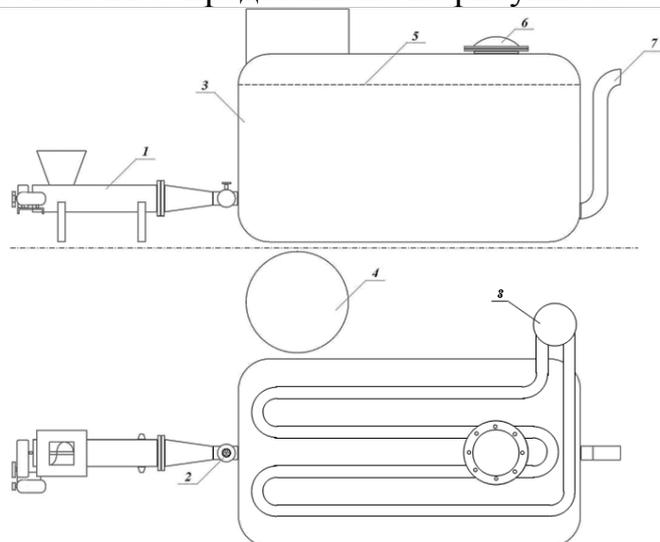
Неподвижный опорный нож



Вращающийся рабочий нож

Рисунок 5. Ножи устройства первичной обработки.

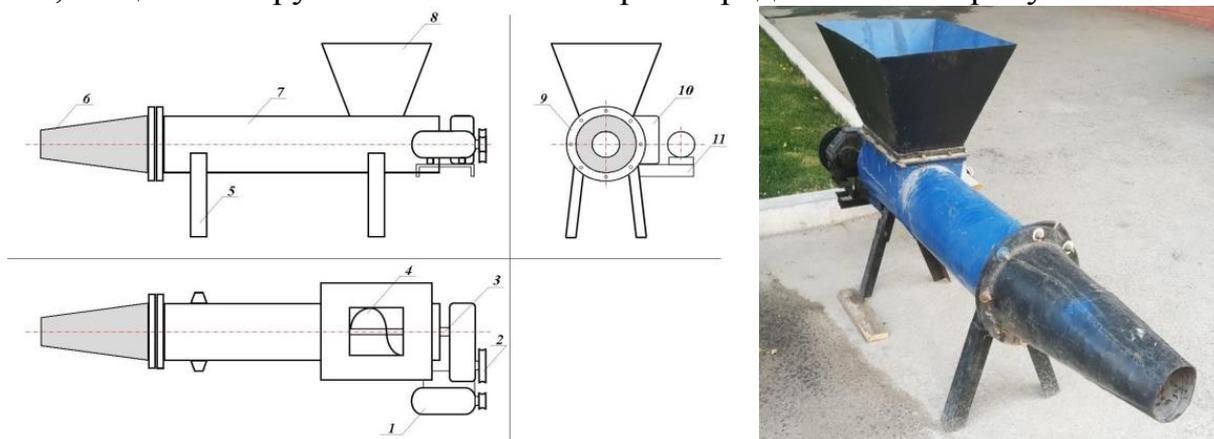
Принципиальная схема расположения устройства первичной обработки в составе БГУ представлена на рисунке 6.



- 1- измельчитель; 2- задвижка ввода биомассы; 3- биореактор; 4- газгольдер; 5- уровень жидкой биомассы; 6- ремонтный фланец; 7- кран слива биошлама; 8- котел системы отопления.

Рисунок 6. Схема биогазовой установки с измельчителем.

В третьей главе диссертации, озаглавленной “**Методика проведения опытных исследований на устройстве первичной обработки**”, приведена программа проведения исследовательских работ, конструктивные чертежи измельчающего устройства. На основании рабочих чертежей подготовлен сборочный чертеж элементов экспериментальной установки первичной обработки для измельчения и загрузки грубого органического вещества в БГУ, общая конструктивная схема которого представлена на рисунке 7.



1. Электродвигатель (АИР-2 кВт; 1500 об/мин), 2. Шкифы (СЧ- \varnothing 250 мм СЧ- \varnothing 100 мм), 3. Опорный подшипник (61911-ZZ), 4. Шнек (ШБ – 180), 5. Опорные ножки (швеллер ШС-6.5П), 6. Кожух-муфта (лист 3 мм.), 7. Корпус (труба ГД.БШ-193.7-3 мм.), 8. Бункер (лист 3 мм.), 9. Фланец (ДУ-200), 10. Редуктор (Ц-130-4.89), 11. Рама (швеллер ШС-150П)

Рисунок 7. Конструктивная структура экспериментального устройства.

Также была выбрана методика проведения экспериментов путем математического планирования для определения технологических параметров процесса измельчения на БГУ с измельчителем, выполнена работа по выбору значений параметров, получаемых при проведении экспериментов на основе регрессионного уравнения по графику корреляционного соединения. В связи с этим проверено соответствие параметров процесса первичной обработки, применяемых для проведения практических экспериментов в исследовании.

Учитывалось, что при степени измельчения органических отходов, содержащихся в навозе крупнорогатого скота, 2-6 мм и при влажности 85-92%, линейная скорость загрузки биомассы в устройство первичной обработки составляет 1-5 км/час. На основании «Методики полевого опыта» Б.Доспехова для уменьшения погрешности было предусмотрено проведение не менее шести опытов и создано линейное уравнение, определяющее зависимость получаемого объема биогаза от других показателей и предполагающее проведение многопараметрических опытов:

$$U = a_0 + ax + by + cz \quad (5)$$

где U – количество биогаза [м^3]; x – степень измельчения [мм]; y – влажность [%]; z – скорость загрузки биомассы [км/ч]; a_0 – количество опытов [раз]; a, b, c – коэффициенты, подлежащие определению.

Используя “метод наименьших квадратов” при определении неизвестных в формуле (5), получим частные производные по коэффициентам параметров a_0, a, b, c и исходя из задачи нахождения экстремума функции

многозначности, построим систему уравнений из значений в уравнениях за счет обнуления полученной производной. И при его решении использовался метод "Джордана-Гаусса", и при округлении результата решения до десятичной доли оказалось, что решение системы уравнений равно значениям $a_0=13,0$; $a=1,0$; $b=0,0003$; $c=0,001$:

$$\begin{cases} 6a_0 + 27a + 486b + 16,5c = 105 \\ 27a_0 + 139a + 2264b + 83c = 490 \\ 486a_0 + 2264a + 39704,8b + 1375c = 8582 \\ 16,5a_0 + 83a + 1375b + 49,75c = 297,5 \end{cases} \quad (6)$$

Подставив выявленные результаты в уравнение (5), было сформировано регрессионное уравнение параметров математического планирования, полученное для проведения экспериментальных исследований по процессу первичной обработки биогазового устройства (7), анализ полученных результатов приведен в диаграмме рисунка 8.

$$U_t = 13 + 1 \times 2 < x < 7 + 0.0003 \times 70 < y < 92 + 0.001 \times 1.5 < z < 4 \quad (7)$$

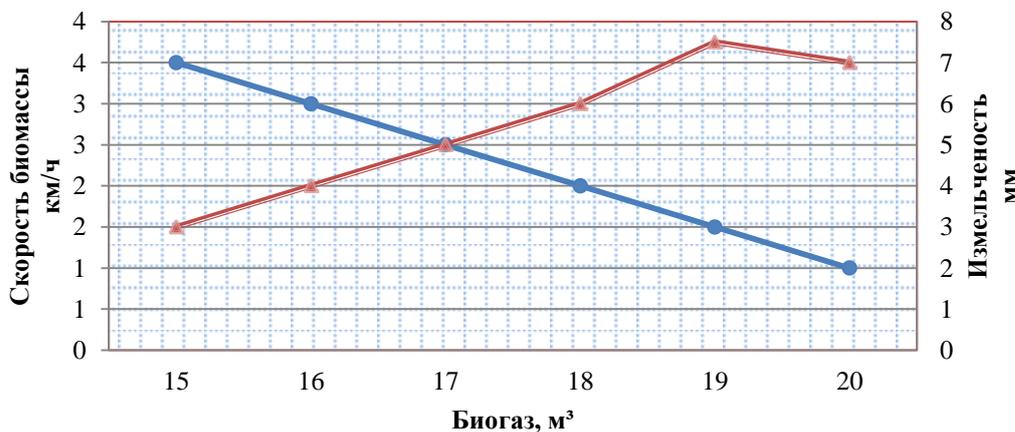


Рисунок 8. Диаграмма зависимости параметров от биогаза.

Анализ диаграммы на рисунке 8 показывает, что при загрузке в БГУ объемом 10 м^3 органических отходов и биомассы влажностью 92 процента в процессе первичной обработки на линейной скорости $2,8 \text{ км/ч}$ и измельчении грубых отходов до 5 мм в длину, в результате анаэробного процесса возможно получение 17 м^3 биогаза.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной **“Результаты исследования с использованием метода измельчения органических отходов в процессе анаэробной переработки”**, практические исследования, проведенные для определения опытным путем влияния каждого из параметров процесса на выделение биогаза, отражены на рисунке 9. При этом штриховая красная линия является расчетной линией, синяя линия соединяет показатели, выявленные в результате эксперимента, а полученное количество биогаза определено относительно количества сухого органического вещества, содержащегося в биомассе.

На основании указанных выше теоретических исследований и однорезультатных факторных экспериментов были определены значения уровня влияющих факторов и интервалы изменения.

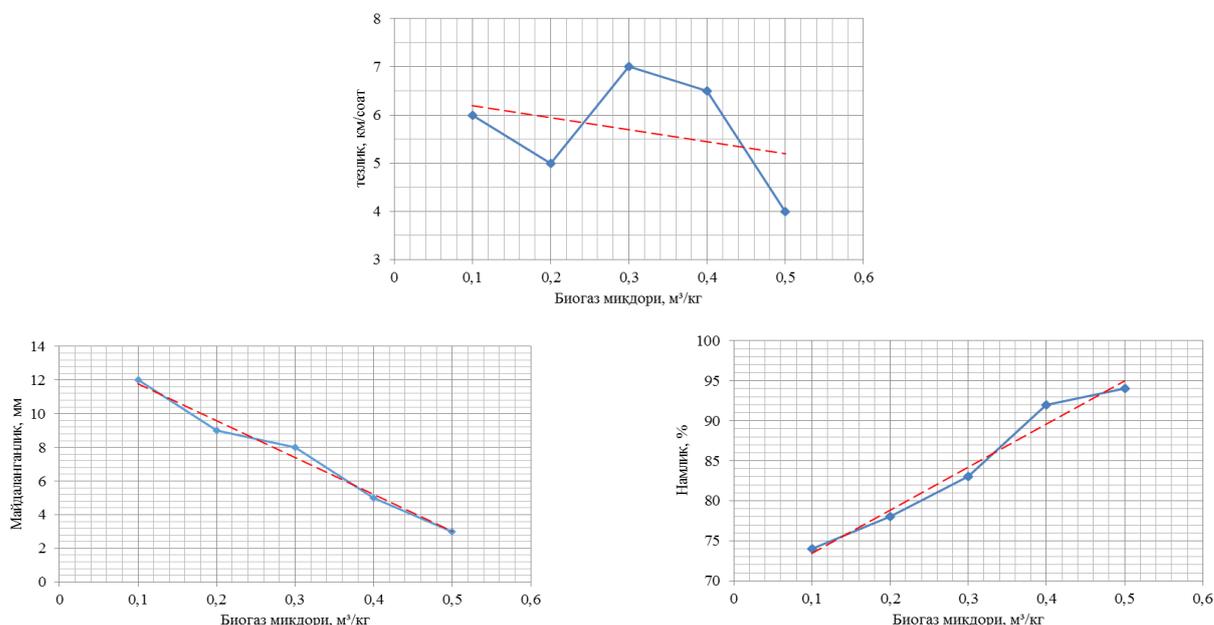


Рисунок 9. Диаграммы, показывающие влияние каждого параметра на количество биогаза в однорезультатных факторных экспериментах.

Для проведения исследования в качестве факторов, влияющих на количественные и качественные показатели биогаза, получаемого из полезного рабочего объема БГУ, были приняты степень измельчения грубого вещества, содержащегося в органических отходах в измельчителе ($X_1=2; 6; 10$), скорость подачи органических отходов в измельчитель ($X_2=4; 5; 6$), влажность органических отходов ($X_3=76; 84; 92$).

Полученные в результате опытов данные были разработаны по программе «регрессионного анализа» планирования экспериментов. При этом для оценки однородности дисперсии использовался критерий Кохрена (0,315), для оценки значения коэффициентов регрессии – критерий Стьюдента (2,036), для оценки адекватности регрессионных моделей – критерий Фишера (0,3992548).

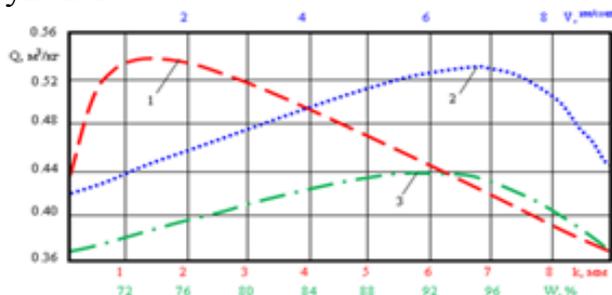
Результаты эксперимента были обработаны и получено следующее уравнение регрессии, адекватно описывающее критерии оценки:

$$Y = 0,5032 + 0,0039X_1 + X_2 + 0,0164X_3 - 0,0146X_1^2 + 0,0148X_1X_2 - 0,0149X_1X_3 - 0,0114X_2^2 - 0,0073X_2X_3 + X_3^2 \quad (8)$$

В результате экспериментов одним из переменных показателей выходных факторов является количество биогаза, полученного из полезного объема БГУ. Его качество и количество рассматривается как товар (предназначенный для продажи), то есть рассчитывается получение энергии. Для этого при определении оптимальных значений, обеспечивающих получение максимального размера основного показателя, уравнение регрессии (8) решалось в программе «Excel» на компьютере ПК «Пентиум IV» с использованием функции «Поиск решения». По результатам,

полученным при условии максимального значения количества биогаза при решении уравнения регрессии, $X_1=6,4592$ мм, $X_2=5,2457$ км/ч и $X_3=92\%$.

На основании полученных результатов определены оптимальные параметры процесса первичной обработки посредством БГУ с измельчителем, который работает методом измельчения и загрузки органических отходов определенной влажности на определенной скорости. В соответствии с этим, в условиях, когда влажность органических отходов составляла 88% и перед анаэробной обработкой им с помощью установки первичной обработки придается скорость 5 км/ч, а степень измельчения органических грубых веществ (соломы, кукурузных и рисовых стеблей) равнялось 5 мм, количество биогаза, полученного из сухого органического вещества на единицу полезного объема БГУ, составило $Q=0,47$ м³/кг. Взаимосвязанность параметров, влияющих на процесс первичной обработки в БГУ с измельчителем, с выделением биогаза представлена на диаграмме рисунок 10.



1-измельченность, 2-скорость загрузки, 3-влажность

Рисунок 10. Анализ факторов определения оптимального количества биогаза при измельчении биомассы.

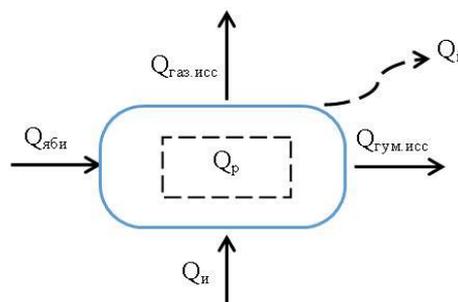


Рисунок 11. Схема распределения теплового потока в БГУ

В диссертационной работе на основе схемы тепловых потоков БГУ (рисунок 11), работающих в мезофильном температурном режиме, создан его тепловой баланс.

$$Q_n + Q_o + Q_p = Q_y + Q_r + Q_{п} \quad (9)$$

Где Q_n – количество теплоты, необходимое для нагрева новой биомассы, загружаемой в БГУ, кВт·с; Q_o – количество тепла, подаваемого для системы отопления; Q_p – количество тепла, выделяющегося при экзотермической реакции анаэробного брожения; Q_y - количество тепла, выходящего из БГУ посредством удобрения; Q_r – количество тепла, выходящего из БГУ через биогаз; $Q_{п}$ – количество тепла, потерянного с внешней поверхности БГУ.

Когда температура окружающей среды составляла $T_2=295$ °К, рабочая температура БГУ $T_1=308$ °К, ее наружный диаметр $d_1=1,6$ м, внутренний диаметр $d_2=1,59$ м, коэффициент теплопроводности поверхности БГУ, $\lambda=74,4$ Вт/м·°К, длина реактора L -5 метров, для определения количества тепловой энергии, потерянной с внешней поверхности в окружающую среду, использовалась формула Фьюре (10) и после того, как ее поверхность была покрыта теплозащитным покрытием (50 мм), составила $Q_{п}=2,897$ кВт·час.

$$Q_{й_{узн}} = \frac{2\pi \cdot \lambda \cdot L \cdot (T_1 - T_2)}{\ln \frac{d_2}{d_1}} \quad (10)$$

Исследователи Дж. Твайделл и А. Уэйр приводят данные, что при полном разложении сухого органического вещества (СОВ) в составе биомассы, принимающей участие в экзотермической реакции, из ее каждого килограмма происходит тепловыделение в количестве $\Xi_p=1,5$ мДж/м³. В наших расчетах суточное количество СОВ с влажностью 92% в биореакторе объемом 10 м³ составляло $M_{\text{СОВ}}=211$ кг, а количество энергии, выделяемой в результате этой экзотермической реакции, достигло 88 кВт·ч и было определено по следующей формуле:

$$Q_p = \Xi_p \cdot M_{\text{СОВ}} \quad (11)$$

Остальные значения количества тепла были посчитаны путем использования формулы 12 и таблицы 1, предназначенных для определения тепловых потоков на основе теплофизических свойств обработанной в БГУ биомассы, полученных биогаза и биоудобрения.

Таблица 1

Некоторые теплофизические свойства веществ в БГУ

Наименование	Знак	Мера	Навоз с соломой	Биоудобрение	Биогаз
теплоемкость	c	кЖ/кг· ⁰ К	$3,98 \cdot 10^{-3}$	$4,18 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
дневной объем	V	м ³	1275	1237	16
плотность	ρ	кг/м ³	890	1020-1140	0,72
температура	T	⁰ К	286	309	309
влажность	W	%	89	92	$0,8 \cdot 10^{-3}$
удельный вес	γ	кг/л (г/л)	0,7	0,9	(0,55)

$$Q = c \cdot v \cdot \rho \cdot T; \text{ [кВт} \cdot \text{ч]} \quad (12)$$

При определении количества отводимой биоудобрением тепловой энергии расчеты производились по следующим формулам при значении коэффициента рекуперации $Re_o=0,3$ и коэффициента рекуперации $Re_b=0,7$, возвращающейся с новой биомассой:

$$Q_y = Re_o \cdot c_y \cdot v_y \cdot \rho_y \cdot T_y \quad (13)$$

$$Q_n = (c_b \cdot v_b \cdot \rho_b \cdot T_b) - (Re_b \cdot c_y \cdot v_y \cdot \rho_y \cdot T_y) \quad (14)$$

С учетом температуры биомассы +2...+13 ⁰С количество теплового потока, использованного для нагрева ежедневно загружаемой в БГУ новой биомассы после рекуперации, составило $Q_n=8,9$ кВт·ч, а тепловой энергии, уходящей с биогазом, $Q_r=0,0013$ кВт·ч (15-формула):

$$Q_r = c_r \cdot v_r \cdot \rho_r \cdot T_r \quad (15)$$

Количество тепла, необходимого для поддержания мезофильной температуры БГУ на уровне 36 ⁰С, рассчитывали по формуле (16):

$$Q_o = Q_y + Q_r + Q_n - Q_p - Q_n \quad (16)$$

Было определено, что количество тепловой энергии, необходимой для поддержания биомассы влажностью 92 процента в рабочем режиме при температуре 36 ⁰С в биореакторе емкостью 10 м³, составляет 8,9 кВт·ч. Распределение потоков тепловой энергии БГУ показано на диаграмме-графике на рисунке 12.

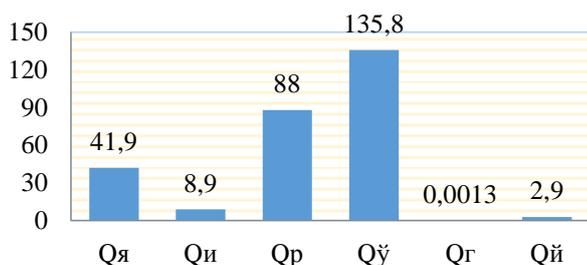


Рис. 12. Потoki тепловой энергии в БГУ.

Анализ этой диаграммы показывает, что даже при наличии на биогазовой установке рекуперативного устройства наибольшее количество тепловой энергии (135,8 кВт·ч) забирает биоудобрение. 31 % от этого объема теплоэнергии (41,9 кВт·ч) приходится

на нагрев вновь загруженной биомассы в соответствии с суточной нормой загрузки БГУ.

Расчет теплового баланса показывает, что количество энергии, необходимое для обеспечения работы БГУ с объемом реактора 10 м³ в мезофильном температурном режиме, составляет 138,8 кВт·ч.

При определении технико-экономических показателей предложенной БГУ были сопоставлены БГУ объемом 10 м³ в ее обычном (традиционном) состоянии и БГУ после установки экспериментального устройства – измельчителя. Если при определении количества биогаза, получаемого при помощи БГУ путем анаэробной переработки, ориентироваться на опыт ученых мира, то можно получить 0,325 кг/м³ биогаза исходя из массы СОВ в свежей биомассе при ее 75-процентной влажности. В ходе проведения эксперимента с использованием биогазового устройства объемом 10 м³ без измельчителя при заполнении БГУ на 85% биомассой с соломой средней влажностью 92% и удельной плотностью $\rho=890$ кг/м³ для определения количества сухого органического вещества в биомассе, исходя из его плотности, массы единицы объема $G_{92} = V_6 \cdot \rho = 7565$ кг, концентрация сухого органического вещества в биомассе при 75% равна $G_{75} = \frac{75 \cdot G_{92}}{92} = 6167$ кг. При этом масса 15 процентов суточной нормы загрузки биомассы в биогазовой установке, работающей в непрерывном режиме, для обеспечения оптимального показателя концентрации сухого органического вещества, составляет $M_{\text{СОВ}} = \frac{20.3 \cdot D_{\text{к}}}{100} = 185$ кг.

Известно, что, когда кубический метр биогаза содержит 60 процентов СН₄ (метана), тепловая энергия от его сгорания составляет E=22-28 МДж. В результате полного разложения СОВ, содержащегося в ежедневно загружаемой биомассе, из одного килограмма СОВ можно получить $V_e=0,32...0,48$ кг/м³ биогаза. Но в ходе наших экспериментов количество биогаза, полученное за сутки, исходя из рабочего цикла БГУ (полное обновление за 7 дней) и с учетом того, что показатель разложения СОВ в органических отходах составляет $V_r=25-30$ процентов, суточное количество биогаза, получаемого в БГУ без измельчителя, составляет 16 м³ при определении по следующей формуле:

$$V_6 = V_r \cdot M_{\text{СОВ}} \cdot V_e \quad (17)$$

Таким образом, количество энергии, получаемой из биогаза в сутки, равно $E_{\text{бг}} = V_6 \cdot E = 448$ МДж (т.е. $E_{\text{бг}} = 124$ кВт·ч).

Использование измельчительного устройства без влияния на исходный режим работы БГУ изменит состав биомассы в установке. В результате за счет увеличения массы органического вещества в единице объема его плотность становится равной 1070 кг/м^3 . Так как количество СОВ в биомассе, подаваемой на БГУ с измельчителем, составляет 225 кг, то суточное количество энергии, получаемой из биогаза (20 м^3), достигает $E_{\text{бр}}=155 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$.

Если биогазовая установка оценивается вместе с другими энергоемкими системами (19), то сумма общей требуемой энергии (E_o) при работе установки, (ϵ_m – загрузка биомассы, ϵ_k – сбор газа и ϵ_a – смешивание и количество энергии, необходимой для компенсации потерь тепловой энергии на внешней поверхности) рассчитывается по следующей формуле:

$$E_o = Q_n + Q_o + Q_{\text{п}} + \epsilon_m + \epsilon_a + \epsilon_k \quad (18)$$

На основании приведенных и определенных данных можно отметить, что эффективность БГУ без измельчителя составляет $2,1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$, а БГУ с измельчителем, при соответствующем показателе в $2,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$, является на 20 процентов эффективнее.

Количество полезной энергии, полученной от традиционной БГУ, составляет $65,7 \text{ кВт}$, а от предлагаемой БГУ - $93,4 \text{ кВт}$. Таким образом, энергоэффективность равна $\Pi=27,7 \text{ кВт}$. Если учесть, что продолжительность работы БГУ составляет 24 часа в сутки и 350 дней в году, годовая энергоэффективность равна количеству энергии $\Pi_r = 8400 \cdot \Pi=232680 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$.

ВЫВОД

При обосновании параметров измельчительного устройства, используемого в процессе первичной обработки биогазовых установок, были сделаны следующие выводы:

1. При исследовании технологического процесса работы измельчающего устройства за основу взяты параметры двух типов ножей, находящихся в подвижном и неподвижном положениях согласно конструктивной схеме режущих ножей. В соответствии с этим, были получены аналитические выражения, позволяющие определить рабочие органы устройств первичной обработки.

2. На основе теоретических исследований разработана математическая модель для определения оптимальных параметров с учетом физико-механических свойств биомассы, подготовленной для анаэробного сбраживания органических отходов в устройстве первичной обработки.

3. Разработаны режимы работы для получения оптимального количества биогаза при скорости загрузки органического вещества, загружаемого через измельчитель, 5 км/ч , влажности 92% и степени измельчения 6 мм . Также установлено, что использование измельчительного устройства дает высокую энергоэффективность только тогда, когда количество СОВ, содержащихся в биомассе, загружаемой ежедневно в БГУ объемом 10 м^3 , превышает 180 кг .

4. Был создан способ измельчения и загрузки грубых веществ биомассы, перерабатываемой в биогазовом устройстве (№ИАР 06719; 31.01.2022), и обоснованы конструктивные параметры измельчающего устройства.

5. Результаты эксперимента показали, что по сравнению с использованием органических веществ, загружаемых в биогазовое устройство без измельчения, обработка в анаэробном процессе органических отходов требуемой степени измельчения (2-5 мм) позволяет увеличить объем получаемого биогаза в 1,2 раза. Обосновано, что шнековый измельчитель в 1,3 раза эффективнее других аналогичных устройств, так как одновременно выполняет функции измельчения и загрузки.

6. На основе инженерного учета технико-экономических показателей биогазового устройства анаэробной обработки органических отходов определены оптимальные геометрические размеры устройства и созданы условия для повышения эффективности БГУ с измельчителем на 20% по сравнению с обычными установками без увеличения расхода металла, необходимого для создания биогазовой установки объемом 10 м³.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03/30.09.2020.T.111.03 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT KARSHI ENGINEERING-ECONOMICS
INSTITUTE**

**BUKHARA INSTITUTE OF NATURAL RESOURCES MANAGEMENT
OF THE NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY “TASHKENT
INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL
MECHANIZATION ENGINEERS”**

KAYUMOV TULANBOY KHOLMIRZAEVICH

**SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS OF THE WORKING
EQUIPMENT OF PRIMARY PROCESSING IN A BIOGAS DEVICE**

05.05.06 - Power plants on the basis of renewable energy

**ABSTRACT OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) DISSERTATION
ON TECHNICAL SCIENCES**

Karshi-2022

The theme of dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under № B2021.4. PhD/T775.

The dissertation was completed at the Bukhara institute of natural resources management of the national research university "Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers".

The abstract of the dissertation is uploaded on the websites of the Scientific council (www.qmii.uz) and Information-educational portal «ZiyoNet» (www.Ziynet.uz) in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)).

Scientific supervisor:

Imomov Shavkat Zhakhonovich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Iskandarov Zafar Samandarovich
doctor of technical sciences, professor
Ibragimov Umid Hikmatullayevich
doctor of philosophy of technical sciences

Leading organization:

Tashkent state technical university

The defense of dissertation will take place " 03 " 12 2022 at a meeting of the Scientific Council number PhD.03/30.09.2020.T.111.03 at the Karshi engineering-economics institute. (Address: 180100, Karshi, Mustakillik street, 225. Phone: (99875) 224-02-89 / Fax: (99875) 224-13-95, e-mail: kiei_info@edu.uz)

The doctoral dissertation can be found at the Information resource center of the Karshi engineering- economics institute registered with № 91), Address: 180100, Karshi, Mustakillik street, 225. Karshi engineering-economics institute. Phone: (99875) 224-02-89 / Fax: (99875) 224-13-95, e-mail: kiei_info@edu.uz.)

Abstract of dissertation sent out on " 22 " 11 2022.

(mailing report № 12 on " 22 " 11 2022)


G.N. Uzakov
Chairman of scientific council
for awarding scientific degrees, DSc, professor
X.A. Davlonov
Scientific secretary of the scientific council
for awarding scientific degrees, PhD
B. Urishev
Chairman of Scientific Seminar under
the scientific council for awarding
of scientific degrees,
DSc, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the study is to develop and justify the parameters of the raw material primary processing device to increase the efficiency of the biogas device.

The tasks of the research:

scientific and technical analysis of methods and devices for pretreatment of biomass and organic waste;

development of a technological scheme for the device of primary mechanical processing of biomass and organic waste and justification of physical and mechanical parameters;

development and research of an experimental device for primary mechanical processing of biomass and organic waste;

investigation of the effect of the biomass loading rate, the degree of grinding and humidity on the biogas output during anaerobic processing;

mathematical modeling of the processes of pretreatment of biomass and anaerobic processing in biogas plants;

determination of technical and economic indicators of a biogas plant equipped with equipment for crushing biomass and organic waste.

The object of the study is a biogas plant equipped with a device for primary mechanical processing of biomass.

The scientific novelty of the research is as follows:

on the basis of a screw shredder of biomass and organic waste of various compositions loaded into a bioreactor, a technological scheme of a device for preliminary mechanical processing of biomass has been developed, which allows increasing the amount and efficiency of biogas output;

for the processing of biomass and organic waste in an anaerobic environment, a pretreatment device with a screw has been created, which allows them to be crushed to the level required by the fermentation process, and feeds the biomass to a pair of cutting knives;

a regression equation based on the Jordan-Gauss method has been developed, which makes it possible to calculate the change in the amount of biogas coming out of the reactor, taking into account the biomass loading rate, the degree of grinding and humidity;

based on the regression analysis method, a mathematical model has been developed that provides an increase in the amount of biogas released during the thermal processing of biomass and organic waste in an anaerobic environment and allows determining the optimal values of technological parameters.

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific results, substantiation of the parameters of the working body of the primary treatment of the biogas plant:

A patent was obtained for an invention of the Intellectual Property Agency of the Republic of Uzbekistan for a method of processing organic waste and a device for its implementation (No. IAP 06719, 31.01.2022). As a result, an increase in the volume of biogas production and an increase in the efficiency of the biogas plant is achieved;

A biogas plant with a shredder that receives biogas and biofertilizers by processing organic waste has been introduced in LLC “Biogaz-ekologiya energiya va organik o'g'it” Shafirkan district of Bukhara region (Certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan dated April 13, 2021 No. 02/025-1582). As a result, compared with biogas plants operating in conventional technological modes, it was possible to obtain 1.3 times more biogas and reduce the time of the biogas production process by 1.4 times, as well as achieve annual economic efficiency of 39 million soums.

Approbation of research results. On the topic of the dissertation, 17 scientific papers were published, of which 4 articles were in scientific journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, including 3 in republican and 1 in foreign scientific journals. Received 1 patent for a scientific invention and 1 certificate of a computer program of the Agency for Intellectual Property of the Republic of Uzbekistan.

The structure and scope of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

І бўлим (І часть, part I)

1. Имомов Ш., Қаюмов Т., Усмонов К., Хакимов Б., Султонов М. Органик чиқиндиларни қайта ишлаш усули ва уни амалга ошириш қурилмаси. IAP№06719, UZ. 31.01.2022.

2. Imomov Sh., Kayumov T., Boldyreva T., Safarov H., Thermal balance of a biogas plant with a crushing device / Journal of Engineering and Technology. India, ISSN(P):2250-2394, 2022. (05.00.00, №31).

3. Ш.Имомов, Т.Қаюмов Биомасса физик параметрларини биогаз микдорига таъсирининг экспериментал тадқиқотлари // Фан ва технологиялар тарққиёти. №4-2022, (05.00.00, №14)

4. Ш.Имомов, З.Мамадалиева, Т.Қаюмов Обоснование оптимальных параметров установки первичной обработки возобновляемой энергии // Журнал ирригации и мелиорации. Спец. Выпуск 2018, стр.110 (05.00.00, №22)

5. T.Kayumov Mathematical substantiation of optimal parameters of primary processing of cattle manure // Zamonaviy fan, ta'lim va tarbiyaning dolzarb muammolari (Mintaqada zamonaviy fan, ta'lim va tarbiyaning dolzarb muammolari) (Elektron ilmiy to'plam). December, 2020-VII. ISSN 2181-9750 (05.00.00, №26).

II бўлим (II часть, part II)

6. Sh.Imamov, V.Tagiyev, T.Kayumov, E.Shodiev Economic and statistical methods of frequency maintenance of biogas plants // International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering CONMECHYDRO – 2020. 23-25 april. (SCOPUS)

7. Қаюмов Т., Влияние глубины биомассы на выделение биометана // “Инновационная наука” Международный научный журнал. Уфа. Россия №5/2021 г.

8. Т.Қаюмов Статистические методы периодичности техническое обслуживание биогазовых установок // Актуальные научные исследования в современном мире. Журнал. Переяслав. Украина. №3 март-2020.

9. Имомов Ш, Мамадалиева З., Т.Қаюмов. Substantiation the parameters of the primary processing in installation based of renewable energy // Scientific Papers Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development“, PRINT ISSN 2284-7995, E-ISSN 2285-3952, Volume 18, Issue 4/2018, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest, Romania.

10. Қаюмов Т., Н.Юсупова Интенсификация протекания метанового сбраживания отходов животноводство // “Инновационная наука” Международный научный журнал. Уфа. Россия №6/2021 г.

11. Kayumov T.X., Bozarov O.O. Biogas device for the climate conditions of Uzbekistan // Научно-технический прогресс: информация, технологии, механизм / Сборник статей по итогам Международной научно-практической

конференции 14 ноября 2020 г. Стерлитамак, Российская Федерация
Агентство международных исследований

12. Т.Қаюмов Оптимизация параметров и режимов работы измельчителя органических отходов // ТДАУ Андижон филиали “Аграр сохани истикболли ривожлантиришда ресурс тежовчи инновацион технологиялардан самарали фойдаланиш” халқаро илмий-техник анжуман. 23-24 сентябр 2019.

13. Т. Қаюмов Органик чиқиндиларга анаэроб ишлов бериш қурилмалари / АндДУ. «Инновацион ғоялар, ишланмалар амалиётга: муаммолар, тадқиқотлар ва ечимлар» Халқаро онлайн илмий-амалий анжуман. 21 апрел 2021 й. 334-б

14. Т.Қаюмов Биогаз энергиясини олиш қурилмасининг зарурий параметри бўйича таҳлили / Андижон машинасозлик институтида «Рақамли технологиялар, инновацион ғоялар ва уларни ишлаб чиқариш соҳасида қўллаш истикболлари» мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция. 2021 йил 12 июн

15. Ш.Имомов, Т.Қаюмов Органик чиқиндиларга дастлабки ишлов бериш жиҳози // Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти «Агросаноат мажмуаси учун фан, таълим ва инновация, муаммолар ва истикболлар» мавзусидаги халқаро илмий-амалий анжуман. 22-23 ноябрь 2019. 1-т. 332-бет

16. Ш.Имомов, Т.Қаюмов Молхона чиқиндилари таркибидаги емиш қолдиқларининг майдаланганлик даражасини биогаз миқдорига таъсири / Наманган муҳандислик – қурилиш институти “Энергетика соҳасини ривожлантиришда муқобил энергия манбаларининг роли” мавзусида халқаро миқёсдаги илмий-амалий конференция 24 апрел 2021 й. 241-б.

17. Ш.Имомов., М.Хамидов., К.Усмонов, А.Худойбердиев, Х.Қурбонова, Э.Шодиев, Ш.Барлибоев, Т.Қаюмов, С.Рамазонов Биогаз ишлаб чиқариш қурилмасини бошқариш ва назорат қилиш // Ўз.Р. Адлия вазирлиги хузуридаги интеллектуал мулк агентлиги, № DGU 03564; 27.11.2015.

Автореферат «Innovatsion texnologiyalar» илмий журнали таҳририятида
таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (тезис) тилларидаги матнлар
мослиги текширилди (18.11.2022 й.)

Босмага рухсат этилди: 22.11.2022 й.
Бичими 60x45 1/8, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 3,0 Адади: 100. Буюртма № 61

ҚарМШИ «INTELLEKT» нашриёти МИУ босмахонасида чоп этилди.
Манзил: Қарши шаҳри, Мустақиллик кўчаси, 225-уй.

