

**ФИЗИКА-ТЕХНИКА ИНСТИТУТИ, ИОН-ПЛАЗМА ВА ЛАЗЕР
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ИНСТИТУТИ, САМАРҚАНД ДАВЛАТ
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.FM/T.34.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

ИМОМОВ ШАВКАТ ЖАХОНОВИЧ

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ЧИҚИНДИЛАРИДАН БИОГАЗ ВА ЎҒИТ
ОЛИШ ЖАРАЁННИНИНГ ТЕХНОЛОГИК АСОСЛАРИ**

05.05.06 - Қайта тикланувчи энергия турлари асосидаги энергетик қурилмалар

**05.07.01 - Қишлоқ хўжалиги ва мелиорация машиналари. Қишлоқ хўжалиги
ва мелиорация ишларини механизация**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ
АВТОРЕФЕРАТИ**

Ташкент шаҳри – 2017 йил

Докторлик (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата докторской (DSc) диссертации

Contents of the of Doctoral (DSc) Dissertation Abstract

Имомов Шавкат Жахонович

Қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан биогаз ва ўғит олиш
жараёнининг технологик асослари 3

Имомов Шавкат Жахонович

Технологические основы процесса получения биогаза
и удобрения из сельскохозяйственных отходов..... 27

Imomov Shavkat Jachonovich

Technological fundamentals of the biogas production process
and fertilizers from agricultural waste..... 50

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 54

**ФИЗИКА-ТЕХНИКА ИНСТИТУТИ, ИОН-ПЛАЗМА ВА ЛАЗЕР
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ИНСТИТУТИ, САМАРҚАНД ДАВЛАТ
УНИВЕРСИТЕТИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.ҒМ/Т.34.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

ИМОМОВ ШАВКАТ ЖАХОНОВИЧ

**ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ЧИҚИНДИЛАРИДАН БИОГАЗ ВА ЎҒИТ
ОЛИШ ЖАРАЁННИНИНГ ТЕХНОЛОГИК АСОСЛАРИ**

**05.05.06 - Қайта тикланувчи энергия турлари асосидаги энергетик қурилмалар
05.07.01 - Қишлоқ хўжалиги ва мелиорация машиналари. Қишлоқ хўжалиги
ва мелиорация ишларини механизация**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ
АВТОРЕФЕРАТИ**

ТАШКЕНТ 2017

Докторлик диссертацияси мавзуси Ўзбекистан Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий Атгестация комиссиясида B2017.1.DSc/T71 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш мухандислари институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (<http://fti-kengash.uz/>) ҳамда «Ziyonet» Ахборот-таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Салимов Оқил Умурзакович
техника фанлари доктори, академик

Расмий оппонентлар:

Искандаров Зафар Самандарович
техника фанлари доктори, профессор

Узаков Гуломжон Норбоевич
техника фанлари доктори, доцент

Худаяров Бердирасул Мирзаевич
техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Бухоро давлат университети

Диссертация ҳимояси Физика-техника институти, Ион-плазма ва лазер технологиялари институти, Самарқанд давлат университети хузуридаги DSc.27.06.2017.FM/T.34.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2017 йил «__» _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100084, Тошкент ш., Бодомзор йўлиқўчаси, 26-уй. Тел./факс: (99871) 235-42-91, e-mail: lutp@uzsci.net, Физика-техника институти мажлислар зали.)

Диссертация билан Физика-техника институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (_____ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100084, Тошкент ш., Бодомзор йўли қўчаси, 26-уй. Тел./факс: (99871) 235-30-41.

Диссертация автореферати 2017 йил «__» _____ куни тарқатилди.
(2017 йил «__» _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

С.Л. Лутпуллаев

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси, ф.-м.ф.д., профессор

А.В. Каримов

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш илмий котиби, ф.-м.ф.д., профессор

С.А. Бахрамов

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

КИРИШ (докторлик диссертацияси (DSc) аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда бугунги кунда қишлоқ хўжалигининг ривожланишида чиқиндилардан биогаз ва ўғит олишга катта аҳамият берилмоқда. Амалиётда органик чиқиндиларни анаэроб қайта ишлаш, улардан муқобил энергия олиш, иссиқхона газларини исрофгарчилигини камайтириш истиқболли йўналишлардан бири қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан биогаз ва ўғит олиш жараёнининг самарадорлигини ошириш¹, қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан қайта тикланувчи энергия олиш энергетик қурилмаларида анаэроб жараёни поғонали амалга ошириш усули ва қурилмаларини ишлаб чиқиш энг асосий вазифалардан бири бўлиб келмоқда.

Мустақиллик йилларида мамлакатимизда қайта тикланувчи энергия турлари асосидаги энергетик қурилмалар конструкцияларини оптималлаштириш, хусусан, қайта ишлов бериш жараёнини автоматик бошқариш усуллари ишлаб чиқаришга, тикланувчи энергия ва ўғит олиш қурилмаларининг янги авлодини барпо қилиш, энергетик қурилмалардаги биокимёвий жараён уларда ҳосил бўладиган газ моддаларини жадал сўриб, атмосфера босимидан паст-сийракланиш режимида, биомассани аралаштириш эса илгарилама-қайтма ҳаракатда амалга ошириш мамлакатимиз олимлари томонидан алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу соҳада анаэроб жараёндан олинадиган маҳсулотлар сифати ва миқдорини ошириш, уларни ишлаб чиқаришга жорий этиш бўйича сезиларли натижаларга эришилган.

Ҳозирги кунда жаҳонда ҳар қандай органик чиқиндидан биогаз олиниши ва бу жараёнларни самарадорлигини ошириш, хусусан, фақат маълум даражада ҳарорат, аралаштириш, рН ва анаэроб муҳит билан бирга биогаз қурилмасида қўлланилаётган мавжуд иссиқликни алмаштирувчи қурилмаларни габарит ўлчамларини оптималлаштириш, гўнгни ишлов бериш жараёнларини мукамаллаштириш муҳим аҳамият касб этмоқда. Бу борада мақсадли илмий тадқиқотларни амалга ошириш, жумладан, анаэроб жараённинг технологик ва энергетик иш кўрсаткичларига таъсир кўрсатувчи гўнгни физик-механик тавсифларини ўрганиш; гўнгга поғонали ишлов бериш усулини ишлаб чиқиш ва моддалар тенгламаси орқали баҳолашда ёт моддалар оптимал қийматини асослаш; гўнгни биореакторда тутиб туриш вақти мутаносиблигини инобатга олувчи режимни таъминловчи технологияни ишлаб чиқиш; ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликни қайтариш қурилмаси иссиқлик алмашинуви жараёни назарий принципларини ишлаб чиқиш; гўнгга поғонали ишлов бериш ва ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликни қайтариб олиш принцигига асосланган биогаз қурилмасининг сифат кўрсаткичларига таъсир этувчи параметрлари ҳамда иш режимини асослаш; қорамол гўнгида ишловчи биореактор технологик жараёнларини назоратлашни ЭҲМ да бошқариш дастурини ишлаб чиқиш; гўнгга поғонали

¹ Технологии производства биогаза и его перспективы.

<https://www.scienceforum.ru/2017/2203/28016>

ишлов бериш ва ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликни қайтариб оладиган биогаз қурилмасини ишлаб чиқариш синовларини ўтказиб, энергетик ва иқтисодий кўрсаткичларини аниқлаш долзарб вазифалардан ҳисобланади.

Ўзбекистон республикаси Вазирлар Маҳкамасининг «2015-2019 йилларда иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия сифимини қисқартириш, энергияни тежайдиган технологияларни жорий этиш чора-тадбирларини ижро этиш юзасидан, республиканинг чорвачилик ва паррандачилик хўжаликларида биогаз қурилмалари қуришни рағбатлантириш» мақсадида 2015 йил 25 ноябрдаги 343-сон Қарори ҳамда Ўзбекистон Республикаси Президентининг 25 май 2017 йилдаги № ПП-3012-сон «2017-2021 йилларда қайта тикланувчи энергетикани янада ривожлантириш, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорларида соҳада қайта тикланувчи энергия олишни ва қишлоқ хўжалиги чиқиндиларига қайта ишлов беришни кечиктириб бўлмайдиган вазифаларини амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикасида фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» ва IV. «Қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш усуллари ривожлантириш, илғор технологиялар, фотоника ва нанотехнологиялар асосида технологиялар ва қурилмалар яратиш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий - тадқиқотлар шарҳи¹

Биореакторлардаги анаэроб жараённинг мақбул кўрсаткичлари ва энергия сарфини камайтириш технологияси бўйича изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассаларида, шунингдек, Миссипи штатининг (АҚШ) Федерал университетида, Оффенбург (Германия) Университетининг амалий лабораторияларида, RIKEN (Япония) институтида, Корея республикаси политехника университети Илмий - Техник Марказида, AEBIG (Испания) ассоциациясида, Märkische (Германия) институтида, Leibniz (Германия) институти биотехнология бўлимида, Bologna (Италия) университетида, Технология ва табиий ҳаёт институтида (Польша) ва Кореянинг Mire Environment & Energy компанияларида олиб борилмоқда.

Бир қатор мамлакатларда олиб борилган илмий изланишлар натижасида биореакторларда органик чиқиндиларни қайта ишлаб тикланувчи энергия ва ўғит олиш учун ишлаш даврида гўнгдан сифатли ўғит таркибини ҳосил қилиш ва унинг охириги бўлиниш маҳсулоти - метан гази ҳосил бўлиши ва

¹ Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи: www.americanbiogascouncil.org. Operational Biogas Systems in the U.S. Biogas: China's Solution for Energy, Health and Environment, www.worldbank.org. Biogas: l'Italia È Terzo Produttore Al Mondo Dopo Germania E Cina - La. Germany: Biogas industry to experience growth slowdown in 2014 but ...

иссиқлик таъминотини иқтисодий самарадорлигини оширишга оид қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: метан газини ҳосил қилувчи бактериялар морфологиясида органик чиқиндиларни биогазга айланиш босқичлари ва биореакторлардан ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликдан фойдаланиш технологияси ва техник воситалари ишлаб чиқилган (Trisoplast Mineral Liners (Голладия), Edora- Fèdèration de Energies Renouvelables (Бельгия), ETW Energietechnik Gmbh (Германия), “Каплан Индастрис” (АҚШ)); анаэроб парчаланиш жараённинг асосий занжиридаги водород порциал босимини паст холатда ушлаб туриш ҳисобидан кечаётган жараёнлар ва ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликдан шнекли қурилма орқали мажбурий, фекал насосда ҳайдаб фойдаланиш технологияси ва техник воситаларини, ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликни иссиқлик насослари билан қайта бериш усуллари ишлаб чиқилган (Institutet för jordbruks - och miljöteknik, (Швеция) Deutsches Biomasse Forschungs ZentrumGmbH, (Германия); широкомасштабные научные исследования в области получения биогаза в анаэробных условиях и выработке из биогаза метана ведутся сельскохозяйственными институтами и университетами (Москва давлат университети, Қишлоқ хўжалик машинасозлиги илмий-тадқиқот институти (Россия), Қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва электрлаштириш илмий-тадқиқот институти, Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш мухандислари институтларида (Ўзбекистон)

Ҳозирги вақтда қайта тикланувчи энергия турлари асосидаги энергетик қурилмалардаги микробиологик жараёнларни жадаллаштириш ва ўғит таркиби сифатини ошириш учун уларга алоҳида етиштирилган метан бактерияларни қўшиш ва иситиш тизимини такомиллаштириш бўйича қатор, жумладан қуйидаги устивор йўналишларда изланишлар олиб борилмоқда: микроорганизмларларнинг морфологияси, физиологияси, биокимё ва геокимёси ҳаракатларини ўрганиш, метан газини ҳосил қилувчи бактериялар турли мухитлардаги чидамлилиги, биомассани биореакторда тутиб туриш вақтини мутаносиблигини, турли миқдори ва ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликни қайта бериш, биореакторларни иккиламчи энергия билан таъминлашда қуёш, геотермал, молхоналарнинг иссиқлигидан, биореак-торлардан чиқаётган биогаздан электр энергияси олишда ишлатилаётган газогенераторлар иссиқлигидан ва шамол энергиясидан фойдаланилмоқда.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Жаҳон амалиётида қайта тикланувчи энергия турлари асосидаги энергетик қурилмаларни ишлатиш жараёнида микроорганизмларнинг морфологияси, физиологияси, биокимё ва геокимёсини, ўғит сифатини ошириш ва энергия сарфини камайтириш технологиясига мос келадиган жараёнларини J.C.Converse, R.E.Graves, G.W.Evans (АҚШ), Zhang Quanguo, Yin Xiaobo, Vincent Choy, Lee Giok Seng, (Хитой), Park Hak-Su, Mi-Sun Kim, Hwang Sang Gu (Корея), C.O’Neill, A. Lopes (Буюк британия), A.Wellinger, R. Kaufman, J.H.Porter, Edgar O. Klose (Германия), В.С. Дубровский, У.Э. Виестур, М.Е. Бекер, А.А. Упит (Латвия),

В.Л. Омелянский, С.С. Беляев, С.В. Калюжный, А.Г. Пузанков, С.Д. Варфоломеев, П.В. Богданов (Россия), В.А. Бударин, С.К. Кыдыралиев (Қирғизистон), О.У.Салимов, Б.Ф.Рахматов, У.Д.Эшонкулов, Н.Т.Халилов, А.Р. Ражабов, Ш.Ж.Имомов ва бошқалар томонидан олиб борилган. Улар анаэроб жараён таъсирида ҳосил бўладиган ўғит сифатини, бижғитиш жараёнидаги иссиқлик режимлари, органик чиқиндиларга анаэроб қайта ишлов беришнинг жадаллаштирувчи метан газини ҳосил қилувчи бактериялар фаолияти, биореакторларни ўрнатиладиган иқлим шароитига мослаш, биореакторда биомассани аралаштириш услублари ва технологиялари, сарф-харажатларни қисқариши ҳисобига олинадиган биогаз таннархини камайишини аниқлаганлар.

Анаэроб жараёнда термофил иссиқлик режимида олинадиган чиқинди – ўғитни ўғит сифатида фойдаланиш бўйича тадқиқотлар Т.У. Siebenmorgen, А.Г. Hashimoto (АҚШ), С.С. Беляев, С.В. Калюжный, А.Г. Пузанков, И.Ф. Бородин, С.Д. Варфоломеев, Т.Н. Жилина, Г.А. Заварзин, (Россия) А.У. Салимов, А.Р. Ражабов, Б.Ф. Рахматов, У.Д. Эшонкулов, ва Н.Т. Халилов, Ш.Ж. Имомов томонидан тадқиқот ишлари олиб борилган.

Биологик газ олиш қурилмаларидан ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликни биореакторларга қайта ишлатиш В.Г. Некрасов, А.Г. Пузанков, А.А. Ковалев, В. Баадер, Е. Дооне ва М. Бреннендорфер, А.У. Салимов, Ш.Ж. Имомов ва бошқалар томонидан тадқиқ қилинган.

Шунингдек биореакторларга солинадиган гўнг таркибини назоратлаш, ва ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликни биореакторларга қайта фойдаланишга мўлжалланган ресурстежамкор технология ва уни амалга оширадиган иссиқлик алмашинувчи қурилмаларини ишлаб чиқишга, жорий қилиш бўйича Жанубий Корея давлатининг Korea Total Chemical CO., LTD компанияси, Бухоро вилояти нефтни қайта ишлаш заводи ва Бухоро вилояти «Ўзжамоалойиха» институти мутахассислари ҳамда Я. Веверис, Б. Дерило, А. Пузанков, А. Ковалев, О. Салимов ва Ш. Имомовлар томонидан тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Ҳозирги кунга қадар олиб борилган кўп миқдордаги тадқиқотларга қарамасдан, қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан биогаз ва ўғит олиш жараёнининг қайта тикланувчи энергия турлари асосидаги энергетик қурилмаларида гўнгни анаэроб жараёнга жорий этишда физик-механик хоссалари, таркибидаги анаэроб жараён учун ёт моддаларни бўлиши ва уларни жараёнга таъсирини камайтириш мақсадида поғонали ишлов беришнинг асосий йўналишларини таҳлил қилиш, моддалар тенгламаси орқали баҳолашда ёт моддалар оптимал қийматини асослаш; гўнгни биореакторда тутиб туриш вақти мутаносиблигини инобатга олувчи режимни таъминловчи технологияни ишлаб чиқиш; ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликни қайтариш қурилмаси иссиқлик алмашинуви жараёни назарий принципларини ишлаб чиқиш ва қайта тикланувчи энергия турлари асосидаги энергетик қурилмани яшаш ҳамда мақбул параметрларини асослаш; қурилманинг sanoat нухасини тайёрлаш ва хўжалик синовларидан ўтказиб амалиётга жорий қилиш бўйича тадқиқотлар етарлича ўтказилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқоти Тошкент ирригация ва мелиорация институтининг П-18.45 «Разработка высокоэффективных технологий и технических средств для производства и применения альтернативных моторных топлив в сельскохозяйственных энергетических средствах» (2003-2005); Фан ва технологиялар Агентлиги Давлат илмий-техника дастурлари доирасидаги «Ўзбекистон-Корея 2010» биргаликдаги конкурсининг МК-09-2010 «Органик чиқиндиларга ва шаҳар оқова сувларига ишлов бериш технологияси ва жиҳозларини ишлаб чиқиш» (2010-2012.); КХА-6 - 013 «Чорва ҳайвонлари чиқиндилари ва концентрацияланган саноат оқова сувлари ҳамда сув ўтларидан юқори самарали, энергия ишлаб чиқарувчи биогаз қурилмаси тажриба намунасининг параметрларини асослаш» (2009 - 2011); А-3-065-2015 «Республикамиз фермер хўжаликларида пахта-буғдой, буғдой (арпа) - чорва озуқа экинлари, буғдой-сабзавот(картошка) ва полиз экинлари алмашлаб экиш тизимларида ҳамда интенсив боғ ва тоқзорлар, қаторлар орасига янги сув-ресурстежамкор технологияларни ва уларни амалга оширадиган техника воситаларини яратиш ва жорий қилиш, тупроқ унумлилигини ошириш, намлигини узоқ сақлаш, йилига 1,5÷2,0 мартадан юқори, арзон сифатли ҳосил етиштириш, фермерликни ривожлантириш» (2015-2017), 8/2014 «Бухоро вилояти Қоровул бозор туманидаги Бухоро нефтни қайта ишлаш заводига қарашли йирик шохли қорамол фермасининг органик чиқиндиларида ишлайдиган биологик газ олиш қурилмасининг ишлаб чиқариш-тажриба линияси технологик хужжатларини ишлаб чиқиш» (2014-2015), 10/2015 «Қоровулбозор туманидаги Бухоро нефтни қайта ишлаш заводига қарашли ЙШҚ фермасининг органик чиқиндиларида ишлайдиган биологик газ олиш қурилмасининг ишлаб чиқариш - тажриба линиясини ишга туширилиши муносабати билан авторлик назорати» (2015-2016), № 46/032 «На выполнение пуско-наладочных работ» (2015-2017) мавзуларидаги амалий лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади қишлоқ хўжалиги чиқиндиларига поғонали ишлов бериш, биореакторда тутиб туриш вақти мутаносиблигида ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликни жараёнга қайтариш технологиясини ва уни амалга оширадиган қурилмани ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

анаэроб жараённинг технологик ва энергетик иш кўрсаткичларига таъсир кўрсатувчи гўнгнинг физик-механик тавсифларини ўрганиш;

гўнгга поғонали ишлов бериш усулини ишлаб чиқиш ва моддалар тенгламаси орқали баҳолашда ёт моддалар оптимал қийматини асослаш;

гўнгни биореакторда тутиб туриш вақти мутаносиблигини инобатга олувчи режимни таъминловчи технологияни ишлаб чиқиш;

ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликни қайтариш қурилмаси иссиқлик алмашинуви жараёни назарий принципларини ишлаб чиқиш;

гўнгга поғонали ишлов бериш ва ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликни қайтариш олиш принципига асосланган биогаз қурилмасининг

сифат кўрсаткичларига таъсир этувчи параметрлари ҳамда иш режимини асослаш;

қорамол гўнгида ишловчи биореактор технологик жараёнларини назоратлашни ЭХМ да бошқариш дастурини ишлаб чиқиш;

гўнгга поғонали ишлов бериш ва ўғит билан ташлаб юбориладиган иссиқликни қайтариб оладиган биогаз қурилмасини ишлаб чиқариш синовларини ўтказиб, энергетик ва иқтисодий кўрсаткичларини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти қилиб гўнга поғонали ишлов бериш энергетик қурилмаси, ва унинг иссиқлик алмаштиргичи, қайта ишлашдан олинган ўғит ва биогаздан иборат.

Тадқиқотнинг предмети қорамол гўнгининг кичлари, гўнгга поғонали ишлов беришнинг биогаз қурилмасида қайта ишланган ўғит ва биогазнинг сифат кўрсаткичлари ўзгариши ҳамда бижғиш жараёнига таъсир қилувчи моддаларнинг миқдорий аралашуви жараённинг кечишига ва гўнгни биореакторда тутиб туриш вақти мутаносиблигининг энергетик ва сифат кўрсаткичларини ўзгариш қонуниятлари, поғонали ишлов бериш энергетик қурилманинг эксплуатацион ва техник жихатлар ҳисобини умумлаштириш.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида биоўғитларни микро-биологик ва агрохимёвий таҳлиллар усуллари, классик механика, математик таҳлил ва математик статистика қоидалари, иссиқлик массаалмасув назариясининг назарий усуллари, тажрибани математик режалаштириш усуллари, Tst 63.03.2001 «Қишлоқ хўжалиги техникаларини синаш. Машиналарнинг энергетик баҳолаш усуллари», иқтисодий кўрсаткичларни аниқлашда Rh 63.03-98 «Қишлоқ хўжалиги техникаларини синаш. Синалаётган қишлоқ хўжалиги техникасининг иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш усуллари» каби ҳужжатлардаги усуллар қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

гўнгни биогаз қурилмасида поғонали ишлов бериш технологияси ишлаб чиқилган;

қорамол гўнгида ишловчи энергетик қурилма технологик жараёнларини назоратлашни ЭХМ да бошқариш дастури ишлаб чиқилган;

гўнг таркибидаги анаэроб жараён учун яроқли органик чиқиндиларни парчаланиш умумий тенгламасида ёт моддалар оптимал миқдорини инобатга олувчи коэффициент ψ аниқланган;

гўнгни биореакторда тутиб туриш мутаносиблигини инобатга олувчи режимни таъминловчи технология ишлаб чиқилган;

энергетик қурилма иссиқлик алмаштиргичи стационар бўлмаган жараён иссиқлик алмашинуви математик модели ишлаб чиқилиб, аналитик боғланишлар асосида қурилманинг рационал параметрлари аниқланган;

қайта тикланувчи энергия турлари асосидаги энергетик қурилмасида қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан энергия, ўғит олиш услуги ва уни амалга оширувчи қурилма яратилган;

органик чиқиндилардан ўғит ва энергия олиш технологияси, қурилмаси принципиал схемаси ва конструкцияси яратилган;

гўннга поғонали ишлов бериш қурилмасининг мақбул параметрлари ва иш режимларида узлуксиз ишлаши, энергия ва ресурстежамкорлик ошиши аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

гўнгни анаэроб жараёнда қайта ишлов беришда биореакторда тутиб туриш вақти оптимал кўрсаткичлари аниқланган;

биоўғитнинг дастлабки гўнг таркибига нисбатан: 10 кун ичида олинадиган биогаз таркибидаги метан 72%, ис гази 27,4 %, биоўғит таркибидаги умумий азот 89,7 мг/л, фосфор 60,5 мг/л, калий 586,5 мг/л, кальций 303,3 мг/л, магний 143,7 мг/л миқдорларини олиш имконини берди;

гўннга поғонали ишлов бериш БГҚ мақбул параметрлари асосида Давлат «Манзилли дастури» асосида Бухоро нефтни қайта ишлаш заводида қарашли фермада БНҚЗ нинг капитал қурилиш бошқармаси томонидан қурилиб ишга туширилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги изланишларнинг замонавий услуб ва воситалардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, назарий тадқиқотларни назарий ва деҳқончилик механикаси қоидалари асосида амалга оширилганлиги, назарий ва экспериментал тадқиқотларнинг ўзаро адекватлиги, иссиқлик алмаштиргичли биологик газ олиш қурилмаси синовларининг ижобий натижалари ва амалиётга жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти гўнг таркибидаги анаэроб жараён учун ёт моддалар оптимал миқдорини инобатга олувчи коэффициент ва ўғит ҳамда энергия сифати, миқдорининг поғонали анаэроб ишлов беришда монотон ўзгариши жараён параметрларига боғлиқлигини ҳисобга олган ҳолда биогаз қурилмасини оптимал параметрларини аниқлаш мумкинлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган технология ва уни амалга оширадиган поғонали ишлов бериш қурилмаси билан қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан энергия ва ўғит олишда қурилиш материаллари, энергия сарфи ва фойдаланиш харажатларини камайтиришга эришилганлигидан иборат.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан биогаз ва ўғит олиш жараёнини ўрганиш натижалари асосида:

гўнгни анаэроб қайта ишлаш натижасида энергия ва ўғит олиш, технологик жараёнида ишлов бериш «Биогаз олиш қурилмаси»га Жанубий Корея патенти олинган (№ 10-0892746 02.04.2009 й.). Ишлаб чиқилган қишлоқ хўжалиги чиқиндиларига поғонали ишлов бериш биогаз қурилмасининг қўлланиши поғонасиз ишлов бериш анъанавий услубдан фаркли ўлароқ 10 кун ичида олинадиган биогаз таркибидаги метан гази миқдори 72%, ис гази 27,4 %, биоўғит таркибидаги умумий азот 89,7 мг/л,

фосфор 60,5 мг/л, калий 586,5 мг/л, кальций 303,3 мг/л, магний 143,7 мг/л микдорларини олиш имконини берди;

қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан энергия ва ўғит олишда органик чиқиндиларга поғонали ишлов бериш технологияси «Ўзбекнефтмахсулот» акциядорлик компанияси «Бухоро нефтни қайта ишлаш заводи» унитар корхонасида ишлатилган («Ўзбекнефтмахсулот» акциядорлик компаниясининг 2016 йилнинг 2 декабрдаги 32-32/3810-сонли малумотномаси). Ишланмани жорий қилиш ўғит сифатини 3,2 марта яхшилаш, таркибидаги азот микдори 5 бароборга ортиши имконини берди.

қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан энергия ва ўғит олишда органик чиқиндиларга поғонали ишлов бериш технологияси Жанубий Корея республикасининг «Korea Total Chemical CO., LTD» компанияси томонидан жорий қилинган (2008 йилнинг 31 сентябрдаги «Korea Total Chemical CO., LTD» маълумотномаси). Ишланмаларни жорий қилиш натижасида 21минг АҚШ доллари микдорида иқтисодий самара берди.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 16 илмий- амалий конференцияларда, жумладан I биогазчиларнинг I - конгрессида, 7 та халқаро ва 8 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган. Илмий ишланмалар 2008-2017 йилларда Республика инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳалар ярмаркасида кўргазмага олиб чиқилиб, 2017 йилда Ўзбекистон республикаси фан ва технологиялар Агентлигининг «СЕРТИФИКАТ» ига сазовор бўлган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 54 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 15 та мақола, жумладан, 13-си республика ва 2-си хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, олти боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 196 бетни ташкил этган.

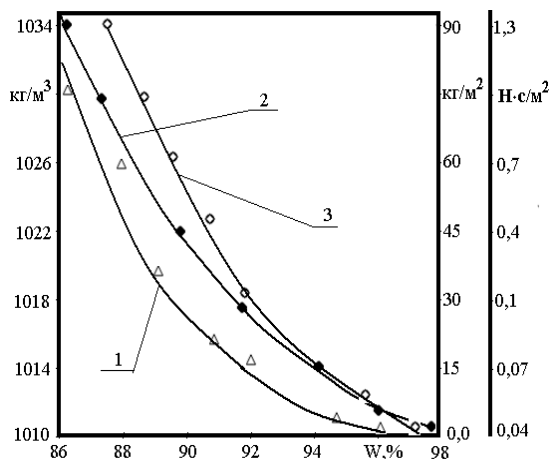
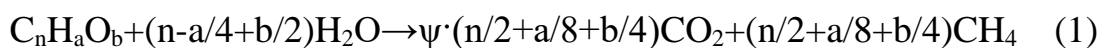
ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

Диссертациянинг «**Қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан биогаз ва ўғит олишнинг бугунги ҳолати ва муаммо ечимининг асослари**» деб номланган биринчи бобида энергетик қурилмаларда анаэроб ишлов бериш технологиялари ва анаэроб ишлов бериш ресурстежамкор энергетик қурилмалар тахлили, энергетик қурилмаларда ишлатиш учун иссиқлик алмаштиргичлар тахлилари ва муаммонинг қўйилиши келтирилган.

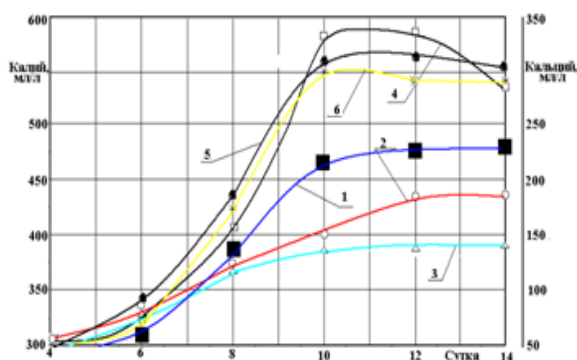
Диссертациянинг “**Гўнгни анаэроб жараёнга жорий этишда физик - механик хоссалари**” деб номланган иккинчи бобида анаэроб ишлов бериш учун гўнг таркиби, физик-механик хоссалари, анаэроб қайта ишлов берилган гўнгнинг ўғит сифатида ишлатишдаги таркибий қисми кўрсаткичлари, анаэроб ишлов беришга қишлоқ хўжалиги чиқиндилари таркибига салбий таъсир этувчилар ва қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан энергия ва ўғит олиш жараёни жадаллаштириш омилларини ўрганиш натижалари келтирилган.

Гўнгнинг намлигининг ортиши зичлигининг камайиши унинг таркибидаги қуруқ органик моддаларнинг камайиб боришидан дарак бериши ва бу гўнгнинг слижишдаги зўриқиш чегарасининг $1,3 \div 0,04$ н·с/м² камайишига олиб келиши аниқланди (1-расм). Тахлиллар гўнгнинг намлигининг $86 \div 96$ % ортиши, мос равишда зичлигининг $1034 \div 010$ кг/м³, гўнгнинг слижишдаги зўриқиш чегарасининг $1,3 \div 0,04$ н·с/м² камайишларига олиб келиши, гўнгни биореактор ҳарорат режимига сақлаб туриш учун иситкичдаги иссиқлик ташувчи ҳароратини иситилаётган гўнг ҳароратлари орасидаги фарқ $9 \div 10^0$ С орттирмасликни кўрсатди. Анаэроб жараёндаги биомассага кундалик юкланадиган миқдор аралаштирилмаса ва у поғоналанса ўғит сифати юқори бўлади (расм-2). Биоўғит таркибидаги органик азот, калий, кальций, магний ва фосфорнинг сифат кўрсаткичлари 2 бараваргача ортиши, ҳарорат режимининг 54 ± 2^0 С, кундалик юкланадиган миқдор 10% ли ва олти поғонали ишлов бериш оптимал ҳисобланиб олинадиган биогаз таркиби 72,2% метан (CH₄), ис газини (27,4 % (CO₂)) ва қолдиқ газлардан ҳамда биоўғит таркибидаги макро ва микро-элементлар: умумий азот 89,7 мг/л, фосфор 60,5 мг/л, калий 586,5 мг/л, кальций 303,3 мг/л, магний 143,7 мг/л миқдори таъминланиши аниқланди. Қишлоқ хўжалиги чиқиндиларининг парчаланишидаги охириги маҳсулот сифатида олинадиган моддалар тенгламасида гўнгнинг анаэроб жараён учун яроқлилик коэффициенти ψ би-лан белгиланиб унинг миқдори умумий ҳолда 0,006 мг/л оширмаслиги то-пилди ва у моддалар тенгламасида қуйидаги кўринишни олиши келтирилган:



1-слижишдаги зўриқиш чегараси;
2-гўнгнинг зичлиги; 3 – қовушоклиги

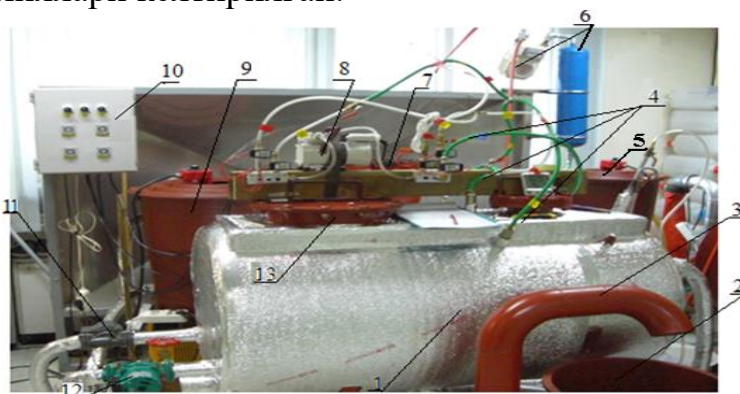
1-расм. Гўнгнинг айрим физик–механик кўрсаткичларининг нам-лигига боғлиқлиги



1, 2, 3-эгри чизиклар-кундалик юкланадиган микдор 10, 20, 30% мос равишда бўлганда кальций микдори; 4, 5, 6-эгри чизиклар кундалик юкланадиган микдор 10, 20, 30% мос равишда бўлганда калий микдори

2-расм. Кундалик юкланадиган микдорнинг ўзгарувчан фоизларида биоўғит таркибидаги калий ва кальцийнинг ўзаро боғлиқлик графиги

Диссертациянинг «БГҚ иссиқлик алмаштиргичи ишчи ҳажмларида илгарлама-қайтма ҳаракат қилаётган гўнг иссиқлик алмашинуви назарий ва амалий тадқиқотлари» деб номланган учинчи бобида иссиқлик алмаштиргичли поғонали ишловчи БГҚ нинг конструктив тавсифи, иссиқлик алмаштиргичнинг иккала бўлмаларида бир вақтда илгарлама-қайтма ҳаракатда аралаштириш ҳолатида иссиқлик ўтказувчанликнинг математик модели ва унинг адекватлигини текшириш учун лаборатория қурилмаси (3-расм) ясаиб тажрибалар ўтказиш услуби ва дастури ҳамда олинган натижалар таҳлиллари келтирилган.

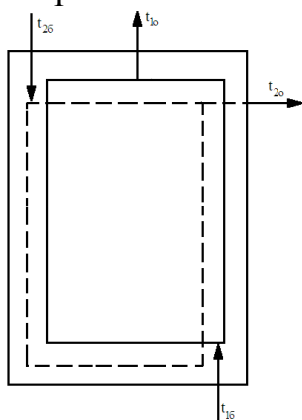


1-биореактор; 2-биоўғит идиши; 3-тўкиш қувири; 4-аралаштириш елкалари; 5-гўнгга дастлабки ишлов бериш идиши; 6-газ филтр ва ҳисоблагич; 7 - солиш бўғзи; 8-компрессор; 9-гўнгни иккинчи поғона ишлов бериш идиши; 10-ЭХМ дастурида ишловчи бошқарув пульти

3-расм. Лаборатория БГҚ нинг умумий кўриниши

Таклиф этилаётган технологияда энергетик қурилмадаги ҳарорат режими термофилъ ($54 \pm 2^{\circ}C$) бўлиб, ундаги технологик талаблар тўлиқ таъминлангандан сўнг биореактор махсус дастур асосида бошқарилади. Биореактордаги умумий сийракланиш доимий равишда $0,03 \text{ кг/см}^2$ ҳолатда тутиб турилади. Бу услубда биореактордаги биомассага КЮМ аралаштирилмайди ва метан бактерияларнинг биореакторнинг

хар бир нуқтасида адаптациялашган асосацияси ҳосил қилинади. Биомассанинги биореактордаги ҳаракат тезлиги, аралаштиришлар оралиғи ва аралаштиришнинг давомийлиги қайта ишланган биоўғит таркибидаги иссиқлик ҳароратини максимал даражада олиб қолишга ва микробиологик жараёндаги метан гази ҳосил қилиш бактерияларнинг технологик талабларидан келиб чиқилган. Биомассани биореакторда кундалик юкланадиган миқдор жойдаги кундалик ҳосил бўла-диган органик чиқинди ҳажмидан келиб чиқиб танланади. Биореакторларда қайта ишлов берилган гўнгдан ҳосил бўлган ўғит билан чиқарилиб юбо-риладиган иссиқликни қайтариб олиш иссиқлик алмаштиргичида иссиқлик ташувчилар ҳаракати схемаси 4-расмда келтирилган.



4-расм. Илгарлама-қайтма ҳаракат режимида ишлайдиган био-массани пульсацияли юкланишига мўлжалланган иссиқлик алмаштиргичида иссиқлик ташувчилар ҳаракати схемаси

Таклиф этилаётган иссиқлик алмаштиргичдаги иссиқлик алмашунувини топиш ва ундаги оптимал кўрсаткичларини аниқлаш мақсадида математик модель яратиш талаб этилиб у ўз ичига иссиқлик алмаштиргичдаги илгарлама-қайтма аралаштиришнинг пульсацион ҳаракатларини ҳисобга олиши керак эди.

Юқорида тавсифланган янги турдаги иссиқлик алмаштиргичли органик чиқиндига поғонал ишлов бериш биогаз қурилмасининг конструктив тавсифланишида унинг иссиқлик алмаштиргичидаги иссиқлик алмашинуви стационар бўлмаган илгарлама-қайтма ҳаракат услубида ишлаши иссиқлик алмаштиргичдаги иссиқлик ташувчиларни иссиқлик алмашинуви параметрларини одатий ҳолларда ишлатилаётган энергетик қурилмаларидан кескин фарқ қилганлиги учун таклиф этилаётган математик модель-стационар бўлмаган иссиқлик алмашинуви ҳолат учун назарий баҳолашни талаб эти.

Шу муносабат билан стационар таснифда бўлмаган ҳаракат режимида иссиқлик ташувчили иссиқлик алмаштиргич учун махсус математик модель ишлаб чиқилди. Бунинг учун иссиқлик алмаштиргичдаги стационар ҳолатда бўлмаган жараённинг дастлабки иккита модели ёзилиб кейинчалик уларни бир бирига таққослаш йўли билан амалий жараён учун осон реализация қилинадигани ва кўпроқ мувофиқ келадигани танлаб олинди. Жараённинг биринчи модели элементар бўлмадаги стационар бўлмаган иссиқлик ўтказувчанликни тегишли шартлар билан тавсифлайди.

Бунда элементар бўлмадаги иссиқлик ташувчи асосини фойдали иссиқлик ўтказувчанлик (конвекцияни иссиқлик ўтказувчанликга таъсирини ҳисобга олувчи кўплик миқдордаги $\lambda_{эф}$ коэффициент) бажаради. Жараённинг иккинчи моделида эса биринчи моделга қарамақарши ҳолда иссиқлик ташувчилар иссиқлик алмаштиргич бўлмаларида тўлиқ аралашини ҳолатини тавсифлайди. Қилинган фаразлар ва дастлабки шартларга биноан иссиқлик

алмаштиргич иссиқлик алмашинув элементар бўлмаси учун қуйидаги дифференциал тенгламани шакллантирдик:

$$\left\{ \begin{array}{l} c_1 \rho_1 = \lambda_{\phi 1} \left[\frac{\partial^2 t_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t_1}{\partial r} \right], 0 \leq r \leq R; \\ t_1(0, r) = t_{1\phi} = \text{const}, r \geq R, r > 0, \\ -\lambda_1 \frac{\partial t_1}{\partial r} /_{r=R} = \bar{k}(t_2 - \bar{t}_1(R)), r = R, r > 0, \\ \frac{\partial t_1(\tau, 0)}{\partial r} = 0, r = 0, \tau > 0 \\ t_{2\phi} - \bar{t}_2(\tau) = \bar{t}_1(\tau) - t_{1\phi}, \tau > 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

бунда $c_1, \rho_1, a_{\phi}, \lambda_1, R, t_{1\phi}, t_{2\phi}, \bar{k} \text{ const}$; c_1 —биринчи иссиқлик ташувчинининг иссиқлик сифими Дж/(кг·К); ρ_1 —биринчи иссиқлик ташувчинининг зичлиги, кг/м³; a_{ϕ} —биринчи иссиқлик ташувчинининг иссиқлик ўтказувчанлиги, м²/с; λ_1 —биринчи иссиқлик ташувчинининг ҳарорат ўтказувчанлиги, Вт/(м·К); R —элементар кичик бўлма цилиндри радиуси (қувурнинг ички радиуси), м; $t_{1\phi}$ —биринчи иссиқлик ташувчинининг бошланғич ҳарорати, °С; $t_{2\phi}$ —иккинчи иссиқлик ташувчинининг (иссиқ) бошланғич ҳарорати, °С; \bar{k} —иккинчи иссиқлик ташувчинининг девордаги чегаравий иссиқлик қаршилигини (деворнинг ва девор қирларининг қаршилигини) ва иссиқлик ўтказувчанликни ҳисобга олувчи коэффициент

Тенгламалар тизимида қўйилган мақсаднинг математик маъноси ёпиқ тизимда қаттиқ фазали таркибдан маълум моддаларни чиқариб олиш учун Г.А.Аксельруд томонидан қўйилган масалани К.Н.Белоногов ва Г.А.Аксельрудлар ечимини бир - бирларидан хабарсиз ҳолда топган масалага айнан ўхшасада қўрилаётган дастлабги шартлар учун (иккита суяқ турдаги материаллар учун) фарқли ҳолда қуйидаги шаклни олади:

$$\tilde{\theta} = \frac{1}{1 + \beta} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{\mu_n^2 + 4\beta + (2\beta - \mu_n^2 / \tilde{B}_i)^2} l^{-\mu_n^2 n F_0} \quad (2)$$

(2) тенглама биринчи иссиқлик ташувчинининг ўрта ҳажмдаги ҳарорати \bar{t}_1 ни иссиқлик алмаштиргичда $\tau: t = \tau$ (f) вақт ичида бўлган ҳарорат ўзгаришини аниқлаш имконини беради. Бундай тартибда ҳисоблаш учун фойдали физик иссиқлик коэффициентлар $\lambda_{\phi,1}, \alpha_{\phi,1}, \bar{k}$ нинг қийматларини билиб олиш зарур. Бу коэффициентлар қийматларини қуйидаги иккита услубдаги тажриба йўллари билан олиш мумкин.

Экспоненциаль қатор (2) тенгламани ечишда вақт бирлиги ичида яқинлашувли ҳисобланади. F_0 нинг етарли даражадаги қийматларида (доимий ҳолатда) қаторнинг битта аъзоси билан чегараланса бўлади ва (2) тенгламани ечимини қуйидаги шаклда бериш мумкин

$$\theta^* = A_1 \cdot e^{-\mu_1^2 F_0} \quad (3)$$

бу ерда
$$\theta^* = \frac{1}{1 + \beta} - \theta \quad (4)$$

$$A_1 = \frac{4}{\mu_1^2 + 4\beta + (2\beta - \mu_1^2 / \tilde{B}i)^2} \quad (5)$$

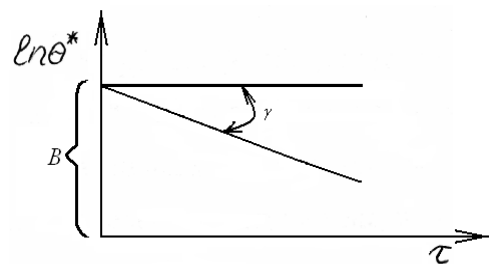
бу (2) тенгламани ечишдаги олд экспоненциал кўпайтириш қатори ҳисобланади; μ_1 - (3) тавсифланган тенглама биринчи мусбат илдизи.

(3) тенгламани логарифмлаб қуйидагини оламиз:

$$\ln \theta^* = \ln A_1 - \mu_1^2 \frac{a}{R^2} \tau \quad (6)$$

(6) формуладан кўриниб турибдики $\ln \theta^*$, вақт τ нисбатан чизиқли боғланишда (5-расм), ордината ўқи билан кесилган бўлак В ва тангенс бурчак эгилган чизиғи – тегишли равишда тенг: $B = \ln A_1$; $\operatorname{tg} \gamma = -\mu_1^2 \frac{\alpha_{\text{эф.1}}}{R^2}$.

Тажрибалар йўли билан топилган қийматларни (7) функцияга қўйиб $\ln A_1$ ва $\operatorname{tg} \gamma$ қийматларини топиш мумкин. Олинган бу қийматлардан сўнг $\lambda_{\text{эф.1}}$, $\alpha_{\text{эф.1}}$ ва \tilde{k} коэффициентларни топиш учун ташқа қашиликлари бўлмаган шароитда тажрибалар ўтказиш, яъни $\tilde{B}i \rightarrow \infty$. Иссиқлик бериш коэффициенти α_2



5-расм. $\ln \theta^*$ нинг τ вақтга нисбатан ўзгариши

юқори бўлишини, тажрибаларда $\lambda_{\text{ф.1}}$, $\alpha_{\text{ф.1}}$ қиматларини топиш вақтида иссиқлик ташувчи сифатида тўйинган сув буғидан фойдаланишда эришиш мумкин. $\tilde{B}i \rightarrow \infty$ шарт учун, юқорида келтирилганлардан $\mu_1^2 = \frac{-\operatorname{tg} \gamma R^2}{\alpha_{\text{эф.1}}}$ ёзиш

мумкин. Демак коэффициент $\alpha_{\text{эф.1}}$ ни $\operatorname{tg} \gamma$ билан ифодалашни қуйидагича амалга ошириш мумкин:

$$\alpha_{\text{эф.1}} = -\frac{\operatorname{tg} \gamma R^2}{\mu_1^2} \quad (7)$$

$\alpha_{\text{эф.1}}$ билиб олгандан сўнг, дастлабки калориметрик тадқиқотлар ёки маълумотномалардан биомассанинг солиштирма иссиқлик сифими C_1 ва унинг зичлиги ρ_1 ни аниқлаб иссиқлик алмаштиргичдаги биомассанинг иссиқлик ўтказувчалигини $\lambda_{\text{эф.1}}$ топиш мумкин:

$$\lambda_{\text{эф.1}} = \alpha_{\text{эф.1}} C_1 \rho_1 \quad (9)$$

Иссиқлик алмаштиргичда иссиқлик ташувчиларнинг $\tilde{b}_i \rightarrow \infty$ талабини бажарувчи турли кўрсаткичларда (биомасса намлиги, аралаштириш частотаси, аралаштиришлар оралиғи ва бошқ.) биринчи серия тажрибалар натижасида фойдали физик иссиқлик коэффициентлар $\lambda_{\text{эф.1}}$ ва $\alpha_{\text{эф. эф.1}}$ ни аниқлаб олиш мумкин:

$$\alpha_{\text{эф.}} = f_1 (P_1 , P_2 , P_3 , \dots) \quad (10)$$

$$\lambda_{\text{эф.}} = f_2 (P_1 , P_2 , \dots) \quad (11)$$

бу ерда P_1, P_2, P_3, \dots – белгиловчи курсаткичлар.

Иккинчи серия тажрибаларни ўтказишда қувурлар орасига тўйинган сув буғи эмас биореактордан чиқаётган биоўғит берилади. Бундай шароитда $\tilde{b}_i \rightarrow \infty$ талабини бажариш имкони бўлмайди (бу ҳолатда α_2 нинг охириги қиймати маълум). Бу тажрибаларимизни ўтказишдан мақсад иссиқлик бериш коэффициенти $\tilde{\kappa}$ топиш. Шунинг учун олинган тажриба маълумотларига асосан (7) тенгламага мувофиқ яна ярим логарифмик $\ln \Theta^* = f(\tau)$ боғлиқликни курамиз. Бундан $\ln A_1$ (ордината ўқидан кесиб олинган бўлак каби) коэффициентни сўнгра $A_1 = \exp(\ln A_1)$, ҳамда тангенсинг эгилган бурчаги $t_g \gamma = \mu_1^2 \frac{\alpha_{\text{эф.1}}}{R^2}$ ларидан μ_1 ва \tilde{b}_i кўрсаткичларини аниқлаб олиш учун иккита тенгламани оламиз.

Иккинчи тенгламадан μ_1 коэффициентни аниқлаб олиб уни биринчи тенгламага қуйиб \tilde{b}_i аниқлаб оламиз, бундан эса иссиқлик бериш коэффициенти $\tilde{\kappa}$ топиб олиш қийинчилик туғдирмайди.

$$\tilde{\kappa} = \frac{\tilde{b}_i \times \lambda_{\text{эф.1}}}{R} \quad (12)$$

$\tilde{\kappa}$ ни қийматини билиб олгандан сўнг α_2 қийматини топамиз

$$\alpha_2 = 1 / (1 / \tilde{\kappa} - \sigma_{\text{ст}} / \lambda_{\text{ст}} - \sigma_3 / \lambda_{3 \tau}) \quad (13)$$

Иккинчи тажрибалар сериясида P_1, P_2, P_3, \dots ларнинг турли кўрсаткичларда функционал боғлиқликни топиш имкони бор

$$\alpha_2 = f_3 (P_1, P_2, P_3, \dots), \quad (14)$$

ёки критериял кўрсаткичда

$$\text{Nu}_2 = \frac{\alpha_2 \times d_n}{\lambda_2} = f(P_1, P_2, \dots), \quad (15)$$

бу ерда Nu_2 – Нуссельт сони; d_n – қувур диаметри, м; α_2 – биомассанинг иссиқлик ўтказувчанлиги, Вт/(м²×К); P_1, P_2, P_3 – аниқловчи P_1, P_2, P_3, \dots га ўхшашлик (подобия) критерияси.

Шундай қилиб тажрибаларнинг иккита сериясидан $\lambda_{\text{эф.1}}$, $\alpha_{\text{эф.1}}$ и $\tilde{\kappa}$ коэффициентлар учун (10), (11) ва (15) ўзаро боғлиқликларни олиш мумкин ва бунинг натижасида (2) тенглама ёки регуляр режимда (4) – билан иссиқлик

ташувчиларни ҳарорат напорини $\bar{t}_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)$ релаксациясини таъминлаш учун иссиқлик алмаштиргичда бўлиш вақтини топиб олиш мумкин.

Иссиқлик ташувчиларнинг иссиқлик баланси тенгламасида иссиқлик тенглигида (равновесиясида) қуйидагига эга бўламиз

$$t_1|_{\tau \rightarrow \infty} = \bar{t}_2|_{\tau \rightarrow \infty} = \frac{t_{1.H} + t_{2.H}}{2} \quad (16)$$

Дастлабки кўрсаткичларни аниқлаб олиб (3.2) ёки (3.4) тенгламалардан ўлчамсиз вақт F_0 топиб оламиз. Мисол учун (4) тенгламадан қуйидагига эга бўламиз

$$F_0 = \frac{1}{\mu_1^2} \ln \frac{A_1}{\theta^*} \quad (17)$$

ёки

$$\tau = \frac{R^2}{a_{\phi.1} \times \mu_1^2} \ln \frac{A_1}{\theta^*} \quad (18)$$

(18) тенглама билан иссиқлик алмаштиргичдаги иссиқлик ташувчиларнинг иссиқлик релаксацияси вақтини топиш учун μ_1^2 кўрсаткичларини (параметрлари) ҳисоби (3) тенгламада худди биринчи мусбат илдиз каби жойлашган. Функция (3) табица шаклида адабиётларда берилган шунинг учун μ_1^2 нинг ўлчамларини \tilde{v}_i катталигига мувофиқ топиш қийинчилик туғдирмайди.

Биринчи математик моделдан иккинчи математик моделни ишлаб чиқишдаги фарқи шунда бўлдики бунда иссиқлик алмаштиргич ишчи ҳажмидаги иссиқлик ташувчилар ҳажм бўйича тўлиқ (идеал) аралашган ҳолатда. Иссиқлик ташувчиларнинг ҳажмда тўлиқ аралаштирилган қурилмалар учун кинематик тенглама қуйидагича ёзилади:

$$\frac{d \bar{t}_1(\tau)}{d \tau} = K^* (\bar{t}_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)) \quad (19)$$

бу ерда: K^* - иссиқлик узатувчанликнинг ўзгача шакл берилган коэффициентни, $1/с$.

K коэффициентни тенглаштириш учун иссиқлик узатувчанлик тенламасини даврий ишловчи қурилма учун кўриб чиқамиз:

$$dQ = K [\bar{t}_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)] \times F \times d\tau \quad (20)$$

бу ерда: $dQ - d\tau$ вақт бирлиги ичида иссиқлик алмашинувчи юза орқали совуқ иссиқлик ташувчига бериладиган иссиқлик миқдори, Дж; F - қаралаётган қурилмадаги иссиқлик алмашинувчи юза, $м^2$.

(20) тенгламадан қуйидагини оламиз:

$$dQ/d\tau = K [\bar{t}_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)] \times F, \quad (21)$$

бошқа томондан $d\theta/d\tau$ қуйидагича ёзиш мумкин

$$dQ/d\tau = G_1 \times C_1 \times \frac{d\bar{t}_1(\tau)}{d\tau} \quad (22)$$

бу ерда: C_1 - совуқ иссиқлик ташувчининг исситиш учун зарур бўлган солиштирма иссиқлик миқдори, Дж/(кг К).

(21) ва (22) ларни тенглаштириб қуйидагини топамиз:

$$G_1 \times C_1 \times \frac{d\bar{t}_1(\tau)}{d\tau} = K [t_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)] \times F, \quad (23)$$

ёки

$$\frac{d\bar{t}_1(\tau)}{d\tau} = \frac{K \times F}{G_1 \times C_1} [t_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)] = K^* [t_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)] \quad (24)$$

Биобарин:

$$K^* = \frac{K \times F}{G_1 \times C_1} \quad (25)$$

(24) тенглама модификацияланган иссиқлик узатиш тенграмаси ҳисобланади, K^* -ўзгача шакл берилган иссиқлик узатиш коэффиценти ҳисобланади. Иссиқлик баланси тенграмасидан фойдаланиб қуйидаги шаклга олиб келамиз

$$\bar{t}_2(\tau) = t_{2н} + t_{1н} - \bar{t}_1(\tau) \quad (26)$$

(26) ни (19) қўйиб

$$\frac{d\bar{t}_1(\tau)}{d\tau} = K^* \times [t_{2н} - t_{1н} - 2\bar{t}_1(\tau)] \quad (27)$$

Ўзгарувчиларни (27) тақсимлаб, интеграллаганимиздан сўнг қуйидагини оламиз

$$\tau = - \frac{1}{2K^*} \ln(t_{2.б} + t_{1.б} - 2\bar{t}_1(\tau)) \Big|_{t_{1.б}}^{\bar{t}_1(\tau)} = \frac{1}{2K^*} \ln \frac{t_{2.б} - t_{1.б}}{t_{2.б} - t_{1.б}} = \frac{1}{2K^*} \ln \frac{1}{\theta} \quad (28)$$

Шундай экан бунда $\tau = \frac{1}{2K^*} \ln \frac{1}{\theta} \rightarrow \infty$, ёки маълум ўзгаришлардан сўнг

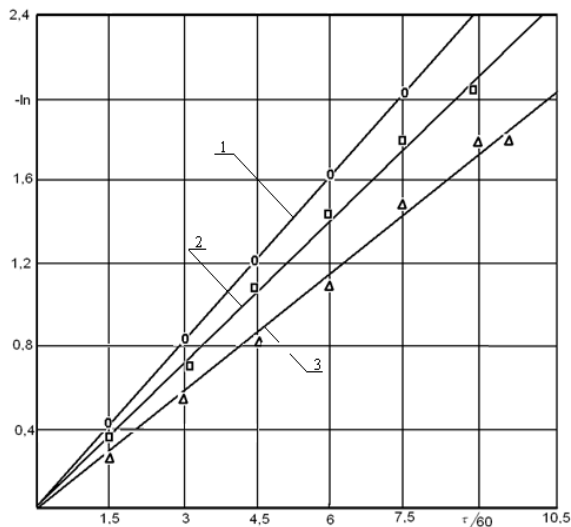
$$K^* = - \frac{tg \gamma_1}{2} \quad (29)$$

олиш мумкин.

(28) тенграмани амалий ҳисобларда ишлатиш мумкин бўлади ва иккинчи моделни амалиётда қўллаш осон ва уни адекватлиги текшириб қўриш қийинчилик туғдирмайди.

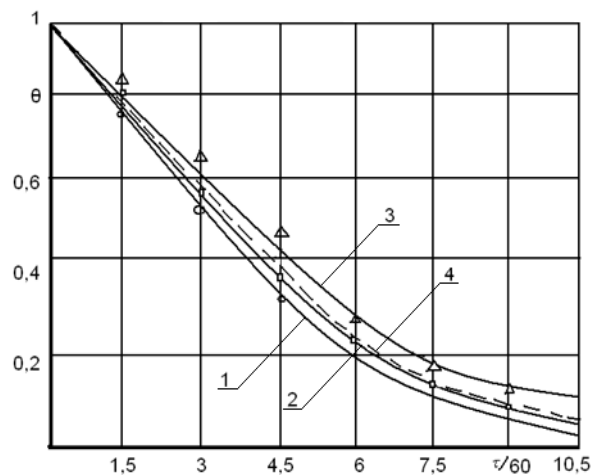
Математик моделни адекватлигини текшириш мақсадида лаборатория қурилмаси тайёрланди. Лаборатория қурилмасида олинган натижалар (6-

расм) математик моделнинг $-\ln\theta = f(\tau)$ шаклидаги боғлиқлик кўринишида берилганда $-\ln\theta$ унинг координаталар бошидан ўтиши ва у тўғри чизикли таснифда кўриниши унинг (28)-функциянинг таснифига тўғри келишини кўрсатади. Бу эса олинган тажрибалар натижаси (28) – тенглама билан жуда яқинлигини кўрсатади. Шу сабабли таклиф этилган математик моделни кўрилатган пульсация режимида ишлатилаётган иссиқлик алмаштиргичдаги биоўғит билан ташлаб юборилаётган иссиқлик қайтариб олишдаги иссиқлик алмашинув жараёни аниқлашда фойдаланиш мумкин. Тажрибаларда олинган ва (28) – тенгламада ҳисобланган натижаларни таққослаш график шакли 7-расмда келтирилган.



1- $A = 170\text{мм}$, $n = 18\text{с}^{-1}$; 2- $A = 280\text{мм}$,
 $n = 10\text{с}^{-1}$; 3- $A = 170\text{мм}$, $n = 2\text{с}^{-1}$, бўлганда

6-расм. $-\ln\theta = f(\tau)$ оғлиқликдаги тажриба натижалари



1 - $A = 170\text{мм}$, $n = 18\text{с}^{-1}$; 2 - $A = 280\text{мм}$,
 $n = 10\text{с}^{-1}$; 3 - $A = 170\text{мм}$, $n = 2\text{с}^{-1}$;
 4 - $A = 173,5\text{мм}$, $n = 14\text{с}^{-1}$ (тажриба)

7-расм. Иссиқлик алмаштиргичнинг тажриба ва ҳисобий қийматларини таққослаш

Расмдан кўришиб турибдики тажриба ва (28) – тенгламада ҳисоблаш йўли билан топилган қийматларни солиштиришда, τ -нинг хатоликлар қиймати $\pm 6\%$ ташкил қилиши ундан инженерлик ҳисоблашларида фойдаланиш мумкинлигини кўрсатади.

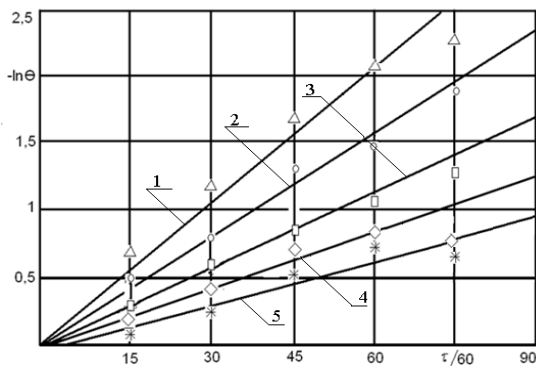
Олинган натижалар таҳлиллари шуни кўрсатдики илгарлама-қайтма, аралаштириш ҳолатининг пульсацияли ишлайдиган иссиқлик алмаштиргичдаги иссиқлик алмашинув жараёни шундай аралаштириш бўлмаган қурилмаларга нисбатан 3,5 барабар жадал кечади.

Диссертациянинг «Илмий тадқиқотлар дастури ва услубиёти» деб номланган тўртинчи бобида пульсацион режимда ишлатган энергетик қурилманинг иссиқлик алмаштиргичида аралаштиришлар давомийлиги, аралаштиришдаги бир цикл орасидаги вақт, аралаштиришдаги тўлиқ бир марта илгарлама-қайтма ҳаракатга кетаётган вақтнинг (пульсация) - тўлиқ аралаштириш частотасига боғлиқ бўлган иссиқлик узатувчалик коэффициентига таъсири; иссиқлик алмаштиргичнинг энг мақбул технологик параметр-

лари; технологик параметрларнинг биогаз ва ўғит таркибига таъсирини асослашга доир тадқиқот дастури ва услублари келтирилган.

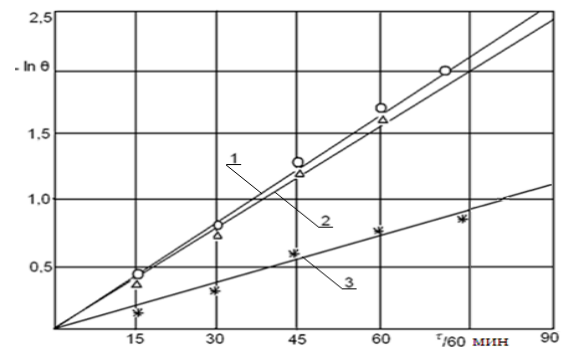
Диссертациянинг «Иссиқлик алмаштиргичли поғонали ишловчи БГҚ тажрибалар натижаси ва уларнинг тахлили» деб номланган бешинчи бобининг биринчи қисмида иссиқлик алмаштиргичнинг бошқарув параметрларининг иссиқлик алмашинув жараёнига таъсири: гўнг намлиги- W ; гўнгни аралаштиришдаги бир циклдаги вақт $-\tau_n$; цикллар орасидаги вақтга нисбати «аралаштириш-кутиб туриш» $-\tau_0$; иссиқлик алмаштиргичдаги аралаштиришнинг тўлиқ бир марта илгарлама - қайтма ҳаракати (пульсация частотаси) $-\omega$ нинг иссиқлик алмашинув жараёнига таъсири натижалари, иккинчи қисмида иссиқлик алмаштиргичли БГҚ нинг технологик параметрларни (W, τ_n, n, ω) оптимал қийматларини топиш мақсадида кўп факторли тажрибалар натижалари ҳамда тажрибаларда олинган биогаз ва биоўғининг таркибий қисмлари тахлиллари келтирилган.

Иссиқлик алмаштиргичда аралаштиришнинг цикллар орасидаги вақтга нисбати «аралаштириш-кутиб туриш» ҳолатида, яъни τ_n / τ_0 нисбатидаги иссиқлик алмашинув иссиқлик алмашинувчи юзасидаги иссиқлик ташувчиларнинг жадал янгилашишида юқори бўлишини кўрсатди (8-расм). 8-расмдаги $\theta = f(\tau)$ шаклида олинган иссиқлик кинетикаси эгри чизиқларини- $\ln \theta = f(\tau)$ боғлиқлик графиги шаклига келтириб олиб 28 ва 29 тенгламалар ёрдамида иссиқлик узатувчанликнинг модификацияланган коэф-фициенти K^* ва ҳақиқий иссиқлик узатувчанлик коэффиценти K нинг қийматларини аниқлаб олинганда n нинг қиймати 0,023 дан 1 гача ортганида иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти K нинг қиймати 54,9 Вт/(м² · К) дан 158,9 Вт/(м² К) га ўзгаради ва бунда иссиқлик алмашинуви 2,9 баробарга ортади.



1- $n = 15/16$; 2- $n = 30/60$; 3- $n = 15/45$; 4- $n = 15/75$; 5- $n = 1/31$
($W=92\%$; $\omega = 0,023\text{c}^{-1}$)

8-расм. $-\ln \theta = f(\tau)$ боғлиқлик графиги

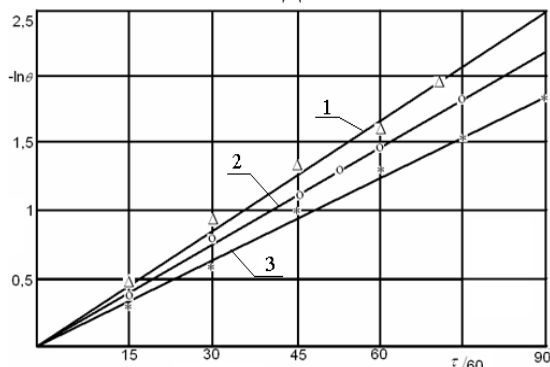


1- $w=98\%$; 2- $w=95\%$; 3- $w = 86\%$;
($t_n = 15$ мин; $\omega = 0,023\text{c}^{-1}$; $\tau_0 = 30$ мин)

9-расм. Гўнгнинг турли намлик кўрсаткичларида- $\ln \theta = f(\tau)$ боғлиқлик графиги

Гўнг намлигининг турли қийматларида эса математик моделга кирувчи иссиқлик узатувчанлик ҳақиқий коэффиценти K қийматини ҳисоблаш учун тажрибада $-\ln \theta = f(\tau)$ боғлиқлик графиклари олинди (9-расм). 9-расмдан кўриниб турибдики, гўнгнинг намлигининг 86 дан 98 % ортиши иссиқлик

узатувчанлик микдорини 56,97 дан 141,98 Вт/м² ·К гача, яъни 250 % ортишини таъминлайди.

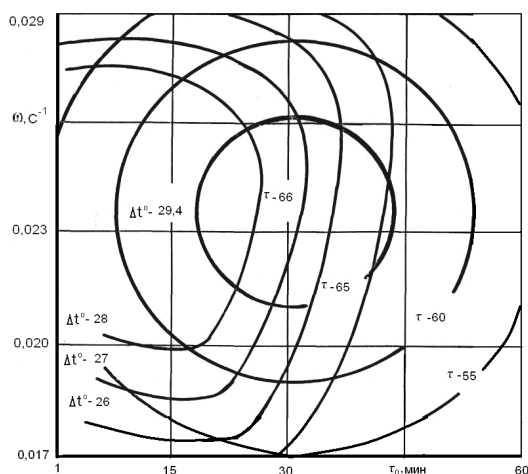


1- $\omega = 0,023\text{c}^{-1}$; 2 - $\omega = 0,029\text{c}^{-1}$;
3- $\omega = 0,017\text{c}^{-1}$;
($W=92\%$; $\tau_T=15\text{мин}$; $\tau_T=30\text{мин}$)

10-расм. $-\ln \theta = f(\tau)$ боғлиқлик графиги

тиришлардаги бир циклниң давомийлиги τ_n ; аралаштиришлар оралиғидаги вақт- τ_0 , аралаштиришдаги тўлиқ бир марта илгарлама-қайтарилма ҳаракатга кетаётган вақт- ω факторлари ўзаро муносабатлари таҳлил қилинди.

Ўтказилган кўп факторли тажрибалар натижаларидан коэффицент регрессияни ҳисоблагандан сўнг, ўзаро боғлиқликни ва $(d\bar{t}_1 / d\tau) \gg 1/30$ К/мин шартни ҳисобга олиб регрессия тенгламасини иссиқликни қабул қилаётган гўнг охири ҳарорати учун U_1 яъни Δt ва иссиқлик U_2 алмашинув жараёни давомийлиги учун яъни τ топилди. Δt ва τ қабул қилинган функцияларнинг экстремумини топишни учун график усули танланиб (11-расм), иссиқликни қабул қилаётган гўнг охири ҳарорати учун максимал $-\Delta t$ ва иссиқлик алмашинув жараёни давомийлиги учун $-\tau$ минимал қийматлари топилди.



11-расм.

Иссиқлик алмаштир гичдаги иссиқлик ташувчи ларнинг аралаштиришлар оралиғи - τ_0 ва аралаштиришдаги тўлиқ бир марта илгарлама-қайтма ҳаракатга кетаётган вақтга- ω , ҳароратлар фарқи Δt ҳамда иссиқликни ўзлаштириш вақти τ га боғлиқлик графиги

Гўнгнинг физик-кимёвий хоссаларини (2-бўлим) инобатга олиб танланган факторлар ўзаро муносабатларини $(d\bar{t}_1 / d\tau) \gg 1/30$ К/мин ўрганиш давомида К/мин шартни инобатга олиб гўнгга поғонали ишлов бериш энергетик қурилмаси иссиқлик алмаштир гичидаги ўғит иссиқлик

ҳароратини ўзлаштиришнинг энг юқори кўрсаткичи жараённинг 55 мин. оралиғида гўнгнинг $W=94$ аралаштиришлар оралиғи $-\tau_n=7,5$ мин, аралаштиришдаги кетаётган вақт $-\omega=0,023 \text{ с}^{-1}$ да ва бир марта аралатириш циклига кетаётган вақт $\tau_0=26$ мин бўлганда амалга ошади.

Иссиқлик узатувчанлик коэффициентига таъсир кўрсатувчи ҳолат параметрларини аниқлаш учун Δt ва τ нинг қийматларин топилган регрессия тенгламасини биргаликда ечиб ва иссиқлик узатувчанлик коэффициенти K учун регрессия тенгламасини олдик.

Диссертациянинг «**Энергетик қурилманинг хўжалик синовлари натижалари ва унинг техник - иқтисодий кўрсаткичлари**» деб номланган олтинчи бобида қурилманинг муҳандислик ҳисоби услуги ва ЭҲМ дастурида бошқариш кетма-кетлиги келтирилган. Таклиф этилган услуб ва уни амалга оширадиган қурилма 2016 йили Давлат “Манзилли дастур”и асосида Бухоро нефтни қайта ишлаш заводига қарашли қорамол фермасида ҳажми 250 м^3 бўлган биогаз қурилмаси ўрнатилиб (12-расм) хўжалик синовидан ўтказилди.



12-расм. Бухоро нефтни қайта ишлаш заводига қарашли қорамол фермасида ўрнатилган қишлоқ хўжалиги чиқиндиларига поғонали ишлов бериш қурилмаси

Ҳозирда бир кунда 25 тонна гўнг қайта ишланмоқда. Гўнгни дастлабки тайёрлашда биогаз мажмуаси 1-поғона ишлов бериш идиши 75 м^3 , ҳар биринг ҳажми 50 м^3 дан иборат 5 та биореактор, олинган биогазни тозаловчи 2 м^3 ҳажмдаги газ фильтри, газнинг ишчи босими $0,9 \text{ МПа}$ босимга текширилган, аслида, $0,6 \text{ МПа}$ га мўлжалланган 60 м^3 газгольдер, 90 м^3 қайта ишланган ўғитни йиғиш идиши ва 30 кВт ли газогенератордан ташкил топган. Маҷмуанинг йиллик иқтисодий самараси 357 млн. сўмни ташкил қилади.

ХУЛОСА

«Биогаз қурилмасида қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан энергия ва ўғит олиш жараёнининг технологик асослари» мавзусидаги докторлик диссер-

тацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. . Гўнг намлигининг $86\div 96$ % га ортиши зичлигининг мос равишда $1034\div 1010$ кг/м³ га, гўнгнинг силжишдаги зўриқиш чегарасининг $1,3\div 0,04$ н·с/м²гача камайишларига олиб келади.
2. Мўятадил ишлаётган биореакторларда модда тенграмаси орқали баҳолашда дастлабки маҳсулот таркибидаги номақбул қисмни ҳисобга олувчи коэффициент ψ миқдори 0,006 мг/л дан ошмаслиги биогаз қурилмасининг барқарор ишлашини таъминлайди.
3. Қишлоқ хўжалиги чиқиндиларига поғонали ишлов бериш энергетик қурилмасида кундалик юкланадиган гўнг миқдори 10% бўлиши термофил режим учун биореакторларда тутиб туриш вақтини 10 кунда амалга оширишни таъминлайди. Бунда сарфланадиган энергияни 2,8 мартага камайтириб, биоўғит эргономик таснифининг энг юқори макро ва микроэлементлари ками билан: умумий азот 89,7 мг/л, фосфор 60,5 мг/л, калий 586,5 мг/л, кальций 303,3 мг/л, магний 143,7 мг/л, олинадиган биогаз таркибидаги метан (СН₄) 72,2%, ис гази (СО₂) 27,4 % ва қолдиқ газлардан иборат бўлиши таъминланди.
4. Поғонали ишлов бериш биогаз қурилмаси иссиқлик алмаштиргичидаги иссиқлик алмашинувининг тавсифловчи иккита турғун бўлмаган ҳолат учун математик модел таклиф қилиниб, улардан биринчиси иссиқлик узатувчанликнинг дифференциал тенграмасини қурилмадаги иссиқлик баланси тенграмалари билан биргаликдаги ечимига асосланган бўлиб, иккинчиси қурилмадаги иссиқлик ташувчилар ишчи ҳажмда доимий аралашган ҳолатда деган фикрга асосланиб амалиётда қўллаш осон ва реал жараён учун адекватлик талабини қондиради.
5. . Суткада 25 т гўнгни поғонали ишлов бериш энергетик қурилмаси ва иситкичнинг геометрик ўлчамлари: дастлабки ишлов бериш ўрасининг биринчи поғона ҳажми 75 м³, иситкичнинг иккинчи поғона ҳажми 4,1 м³ ва бешта 50 м³ ли поғонали ишловчи биореакторнинг умумий ҳажми 250 м³, биоудобрения учн 90 м³ ўра, иситкичнинг иссиқлик алмаштирувчи юзаси 18,1 м² ва иситувчи қувурлар диаметрларининг узунлигига нисбати 0,175 ҳамда иситкич иссиқлик узатилишининг оптимал қийматлари: $W=94\%$, $\tau_n=26$ мин, $\tau_0=7,5$ мин. ва $\omega=0,023\text{с}^{-1}$, иссиқликни қайтариб олиш умумий вақти 48 мин.дан иборат бўлганида, гўнгни тутиб туриш вақти 10 кунни ташкил қилади.
6. Илгарлама-қайтма, аралаштириш ҳолатида пульсацияли ишлайдиган иссиқлик алмаштиргичда иссиқлик алмашинув жараёни шундай аралаштириш бўлмаган қурилмаларга нисбатан 3,4 баравар жадал кечади.
7. Ишлаб чиқилган муҳандислик ҳисоблаш услуби ва ЭХМ дастури иссиқлик алмаштиргичнинг геометрик ўлчамлари таснифини ва уни автоматик режимда ишлашини мос равишда таъминлайди.
8. Тадқиқотлар натижасида ишлаб чиқилган техник ва технологик ечимларни амалиётга жорий қилиш қишлоқ хўжалигининг энг долзарб йўналиши

бўлган чорвачилик соҳасидаги илмий-техникавий тараққиётнинг тезлашувига самарали улуш қўшди ва амалдаги энергия, ресурс сарфи юқори бўлган технология ва техника воситаларига нисбатан иссиқлик алмаштиргичли поғонали ишлайдиган энергетик қурилма ишлатиш учун харажатларни камайтириш имконини берди. Бунинг натижасида йиллик атмосферага чиқарилаётган иссиқхона газларининг 5100 т. миқдори фойдали маҳсулотга айлантирилганидан ташқари, бир йилда 357 млн. сўм иқтисодий самарага эришилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.FM/Т.34.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ,
ИНСТИТУТЕ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ И ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
САМАРКАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

ИМОМОВ ШАВКАТ ЖАХОНОВИЧ

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ
БИОГАЗА И УДОБРЕНИЯ ИЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ОТХОДОВ**

05.05.06 - Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии

**05.07.01 - Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Механизация
сельскохозяйственных и мелиоративных работ.**

**АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ (DSc) ДИССЕРТАЦИИ
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2017 год

Тема докторской (DSc) диссертации зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В 2017.1.DSc/T71.

Диссертация выполнена в ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета (<http://fti-kengash.uz/>) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный консультант:

Салимов Окил Умурзакович
доктор технических наук, академик

Искандаров Зафар Самандарович,
доктор технических наук, профессор

Узоков Гуломжон Норбоевич
доктор технических наук, доцент

Худаяров Бердирасул Мирзаевич
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация

Бухарский государственный университет

Защита состоится « ____ » _____ 2017 г. в ____ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.FM/T.34.01 при Физико-техническом институте, Институте Ионно-плазменных и лазерных технологий, Самаркандском государственном университете по адресу: 100084, г.Ташкент, ул. Бодомзор йули, 26. Тел./Факс: (+99871) 235-42-91, e-mail: lutp@uzsci.net.

Докторская диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Физико-технического института за № 04, с которой можно ознакомиться в ИРЦ по адресу: 100084, г.Ташкент, ул. Бодомзор йули, 26. Тел./Факс: (+99871) 235-30-41.

**Автореферат диссертации разослан « ____ » _____ 2017 года
(протокол рассылки ____ от _____ 2017 года).**

С.Л. Лутпуллаев
Председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней,
д.ф.-м.н., профессор

А.В. Каримов
Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученых степеней,
д.ф.-м.н., профессор

С.А. Бахрамов
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней,
д.ф.-м.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской (DSc) диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире на сегодня в развитии сельского хозяйства большое внимание уделяется получению биогаза и биоудобрений из отходов. На практике в области использования органических отходов для сокращения эмиссии парниковых газов одним из перспективных направлений является повышение производительности переработки органических удобрений¹. В этом аспекте разработка способов ступенчатой анаэробной обработки и разработки путей повышения качества продукции является одной из важнейших задач.

В годы независимости учеными Узбекистана оптимизации конструкций энергетических установок на основе возобновляемых видов энергии, в частности, разработке способов автоматического управления процессами переработки, созданию нового поколения устройств получения удобрений и возобновляемых энергий, ускорению процесса биохимических превращений за счет интенсивного отвода газообразных продуктов при пониженном давлении и возвратно - поступательном перемешивании биомассы уделяется особое внимание. В этом направлении по улучшению качества и количества продуктов в анаэробном апроцессе получения и внедрению их в производство получены ощутимые результаты.

В настоящее время в мире получению биогаза из различных органических отходов и повышению производительности этих процессов, в частности, в определенной степени температуре, перемещиванию, вместе с анаэробными условиями оптимизации габаритных размеров имеющихся устройств перемещивания тепла в биогазовых установках, усовершенствованию процессов переработки навоза уделяется важное значение. В этом аспекте реализация целенаправленных научных исследований, в том числе, изучение физико-механических свойств наличия инородных веществ в навозе влияющих на технологические и энергетические показатели анаэробного процесса; разработка методики ступенчатой переработки навоза и обоснование оптимального количества инородного вещества при оценке по уравнению вещества; разработка технологии, обеспечивающей режим ВТВ навоза в биореакторах; разработка теоретических принципов осуществления теплообмена в процессе повторного использования тепла выбрасываемых с биоудобрениями; обоснование параметров и режима работы оказывающих влияние на показатели качества энергоустановки при ступенчатой переработке навоза с использованием тепла удалемым с биоудобрением; разработка программы на ЭВМ для контроля технологических процессов в биореакторе по переработке навоза; проведение опытно-призводственных испытаний биогазовой установки по поэтапной переработке навоза с использованием энергии биоудобрений, определение его агротехнических, энергетических и экономических показателей считаются актуальными задачами.

¹ Технологии производства биогаза и его перспективы.
<https://www.scienceforum.ru/2017/2203/28016>

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, определенных Постановлением Президента Республики Узбекистан от 25 мая 2017г. №ПП-3012 «О дальнейшем развитии возобновляемой энергетики в 2017-2021 годах, применении мер по повышению энергоэффективности в социальной и экономической сфере показывают актуальность и неотложность задачи по получению возобновляемой энергии и переработке сельскохозяйственных отходов».

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан –II. «Энергетика, энергия и экономия ресурсов» и IV. «Развитие методов использования возобновляемых источников энергии, создание технологий и устройств на основе нанотехнологий, фотоники и других передовых технологий».

Обзор международных научных исследований по теме диссертации¹

В мировой практике научные исследования по разработке ресурсосберегающих технологий и технических средств, осуществляющих улучшение показателей анаэробного процесса в биореакторах и снижение затрат энергии ведутся в ведущих научных центрах и высших учебных заведениях, в том числе, в Федеральном университете штата Миссисипи (США), в прикладной лаборатории университета Оффенбург (Германия), в институте RIKEN (Япония), в Научно-техническом центре политехнического университета Республики Корея, в ассоциации AEBIG (Испания), в институте Märkische (Германия), в отделе биологии института Leibniz (Германия), университете Bologna (Италия), в институте Технологии и естественной жизни (Польша) и компании Mire Environment & Energy Южной Кореи.

В ходе исследований анаэробного процесса по всему миру были получены ряд научных результатов по улучшению состава удобрения, переработке выделенного метана и повышению эффективности теплоснабжения при переработке органических отходов в энергоустановках для получения возобновляемых видов энергии и биоудобрения (Trisoplast Mineral Liners (Голландия), Edora- Fèèration de Energies Renouvelables (Бельгия), ETW Energietechnik Gmbn (Германия), “Каплан Индастрис” (США), разработаны технологии и технические устройства по использованию энергии выбрасываемой вместе с удобрением из биореакторов и изучению морфологии бактерий, способствующих образованию метана при поэтапном переходе органических отходов в биогаз; процессы, протекающие в результате поддержания низкого парциального давления водорода в основной цепи анаэробного разложения, технологии по использованию энергии удобрения путем подачи фекальным насосом через шнековый конвейер; технологии по

¹ Обзор международных исследований по теме диссертации проведены на основе:
www.americanbiogascouncil.org. Operational Biogas Systems in the U.S. Biogas: China's Solution for Energy, Health and Environment
www.worldbank.org. Biogas: l'Italia È Terzo Produttore Al Mondo Dopo Germania E Cina - La. Germany: Biogas industry to experience growth slowdown in 2014 but ...

повторному использованию энергии биоудобрения через тепловые насосы (Institutet för jordbruks - och miljöteknik, Швеция), (Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum GmbH, Германия); широкомасштабные научно-исследовательские работы по разработке устройств на биогазе ведутся в Московском государственном университете, НИИ Сельскохозяйственного машиностроения (Россия), НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства, в Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (Узбекистан).

В настоящее время ведутся ряд исследований по ускорению микробиологических процессов, протекающих в энергетических устройствах, по улучшению качества состава биоудобрений путем добавления в анаэробный процесс отдельно выращенных метаногенных бактерий, и исследования по улучшению системы отопления биоустановок проводятся в следующих перспективных направлениях, в том числе: морфологии мик-роорганизмов, их физиологии, биохимическим и геохимическим свойствам, выносливости бактерий в различных условиях, ВТВ биомассы в био-реакторах, повторному использованию тепловых энергий биоудобрений выбрасываемой после анаэробного процесса, использованию энергии ветра, энергии газогенераторов при получении электрической энергии из биогаза, солнечной и геотермальной энергии для обеспечения биореакторов возобновляемыми источниками энергии.

Степень изученности проблемы. В процессе эксплуатации энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии изучены морфологии микроорганизмов, физиологии, биохимических и геохимических движение метанообразующих бактерии, по улучшению свойств биоудобрения и уменьшению энергозатрат на собственные нужды биореакторов были проведены ряд оригинальных исследований, в частности J.C.Converse, R.E.Graves, G.W.Evans (США), Zhang Quanguo, Lee Giok Seng, (Китай), Park Hak-Su, Mi-Sun Kim, Hwang Sang Gu (Корея), C.O'Neill, A. Lopes (Великобритания), A.Wellinger, R. Kaufman, Edgar O. Klose (Германия), В.С. Дубровский, У.Э. Виестур, М.Е. Бекер, А.А. Упит (Латвия), В.Л. Омелянский, С.С. Беляев, С.В. Калюжный, А.Г. Пузанков, П.В. Богданов (Россия), В.А. Бударин, С.К. Кыдыралиев (Кыргызстан), О.У.Салимов, Б.Ф. Рахматов, У.Д. Эшонкулов, Н.Т.Халилов, А.Р. Ражабов, Ш.Ж. Имомов. Проведенных ими исследованиях предоставлены информации по качеству удобрения, полученного в процессе анаэробной переработки, энергорежимам в процессе разложения биомассы, деятельности бактерий, ускоряющих образование метана в процессе анаэробной переработки сельскохозяйственных органических отходов, технологии и методам по перемешиванию биомассы в биореакторах, которые подтвердили, что данное производство приводит к снижению расхода и себестоимости биогаза.

Исследования в области использования отходов, получаемых в процессе анаэробной переработки в термофильном режиме, в качестве удобрения, были проведены учеными T.Y.Siebenmorgen, A.G.Hashimoto

(США), С.С.Беляевым, С.В. Калюжным, А.Г.Пузанковым, И.Ф.Бородиным, Т.Н. Жилиным, Г.А.Заварзиным, (Россия) А.У.Салимовым, А.Р.Ражабовым, Б.Ф.Рахматовым, У.Д.Эшонкуловым, Н.Т.Халиловым и Ш.Ж.Имомовым.

Повторное использование сбросного тепла с биоудобрений в биореакторах было исследовано В.Г.Некрасовым, А.Г. Пузанковым, А.А. Ковалевым, В. Баадером, Е. Дооне и М. Бреннендорфером, А. У. Салимовым, Ш. Ж. Имомовым. Также были проведены исследования компанией Южной Кореи Korea Total Chemical CO., LTD, заводом по переработке нефти Бухарской области, специалистами пректного института «ЎЗЖАМОАЛОЙИХА», а также специалистами Б.Дерило, А.Пузанков, А.Ковалев, О.Салимов и Ш.Имомов по внедрению и контролю качества состава навоза, используемого в биореакторах, а также в области технологии по использованию тепла сбросных биоудобрений в биореакторах и устройств, позволяющих совершить теплообмен.

Однако не проводились достаточные исследования по изучению физико-механических свойств навоза, на наличие инородных веществ в процессе анаэробной переработки, выявления основных методов использования ступенчатой анаэробной обработки и оптимального количества инородных веществ в исходном навозе, разработки технологий, обеспечивающих ВТВ навоза в биореакторе, создания и эксплуатации устройств по повторному использованию тепловой энергии отходов биоудобрений, изготовлению опытно-примышленных образцов энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии и проведение их хозяйственных испытаний с дальнейшим внедрением.

Связи темы диссертации с научно-исследовательскими работами научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства по прикладным проектам по темам: Агентства науки и технологии в рамках Государственной научно-технической программы «Ўзбекистон-Корея 2010» совместного конкурса МК-09-2010 «Разработка технологий и оборудования по переработке органических отходов и городских сточных вод» (2010-2012гг.); КХА-6 – 013 «Разработка экспериментального образца высокоэффективного биогазового устройства для переработки отходов животноводства, городских сточных вод и водных растений», (2009 – 2011гг.); А-3-065-2015 «Разработка и введение в эксплуатацию новых технологий, оборудования в целях увеличения продуктивности, повышения содержания влаги в почве в сфере интенсивного орошения садов и выращивания, пшенично – кормовых (ячмень) и овощных (картофель) культур в Республиканских фермерских хозяйствах, получения в 1,5-2,0 раза больше урожая в год. (2015-2017гг.), 8/2014 «Разработка и подготовка технологических документов по организации производства биологического газа для переработки органических отходов фермерского хозяйства Бухарского нефтеперерабатывающего завода в Бухарской области в районе Коровул бозор» (2014-2015), 10/2015. «Получение лицензии в связи с запуском линии по производству биологического газа по переработке органических отходов в фермерском хозяйстве Бухарского нефтеперерабатывающего завода в Бухарской области в районе

Коровул бозор» (2015-2016гг.), № 46/032 «На выполнение пуско-наладочных работ» (2015-2017гг.).

Цель исследования является разработка технологии и технических средств по переработке органических отходов в сельском хозяйстве путем ступенчатой переработки, использования энергии, содержащейся в выбрасываемых удобрениях с учетом времени технологических выдержек в биореакторах.

Задачи исследования:

изучение физико-механических свойств, наличия инородных веществ навоза влияющих на технологические и энергетические показатели анаэробного процесса;

разработать методики ступенчатой переработки навоза и обосновать оптимальное количество инородного вещества;

разработать технологию, обеспечивающую режим время технологические выдержки навоза в биореакторах;

разработать теоретические принципы осуществления теплообмена в процессе повторного использования тепла выбрасываемых с биоудобрениями;

обоснование параметров и режима работы оказывающих влияние на показатели качества энергоустановки при ступенчатой переработке навоза с использованием тепла удаленного с биоудобрением;

разработать программу на ЭВМ для контроля технологических процессов в биореакторе по переработке навоза;

проведение опытно-производственных испытаний биогазовой установки по поэтапной переработке навоза с использованием энергии биоудобрений, определение его агротехнических, энергетических и экономических показателей.

Объект исследования: навоз крупного рогатого скота, ступенчатая биогазовая энергетическая установка и его теплообменник, переработанные биоудобрения и биогаз.

Предмет исследования: физико - механические свойства навоза крупного рогатого скота, микробиологические и агрохимические показатели биоудобрения, изменения показателей качества биогаза и биоудобрений при использовании ступенчатой переработки навоза, закономерности изменения энергетических и качественных показателей, время технологические выдержки при участии инородных веществ в процессе анаэробного разложения и их рациональные параметры.

Методы исследования. Научные исследования проведены по основным положениям и методам анализа микробиологических и агрохимических свойств биоудобрений, классической механики, математического анализа, математической статистики, Tst 63.03.2001 - «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки машины» и Tst 63.04.2001 - «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Программа и методы испытаний». При

расчете экономической эффективности были использованы РД Уз 63.03.98 - «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы расчета экономической эффективности испытываемой сельскохозяйственной техники» и другие документы.

Научная новизна исследования:

разработана технология и техническое средство поэтапной обработки навоза в БГУ;

разработана программа на ЭВМ для управления всеми технологическими процессами энергоустановки;

определен коэффициент ψ , учитывающий оптимальное количество содержания инородных веществ в навозе в процессе анаэробной переработки;

разработана технология обеспечивающая время технологические выдержки навоза в биореакторах; разработана математическая модель описывающая нестационарный тепло-обмен теплоносителя и определены рациональные параметры устройства на основе аналитических зависимостей;

разработана технология, схема и конструкция, определены рациональные параметры по получению биоудобрений и энергии из органических отходов;

определены оптимальные параметры установки по ступенчатой переработке навоза при непрерывном режиме работы.

Практические результаты исследования заключается в следующем:

создана энергоустановка на основе возобновляемой энергии и способ переработки сельскохозяйственных отходов для получения биоудобрения и энергии (защищены 2 патентами на изобретение), определены оптимальные параметры время технологические выдержки навоза в биореакторе в процессе анаэробной переработки;

были достигнуты следующие показатели состава биоудобрения по сравнению с первоначальными (10 суток): 72,2%-метан (CH_4), 27,4% (CO_2) и остаточные газы, в составе биоудобрения: 89,7мг/л общего азота, фосфора 60,5мг/л, 586,5мг/л калия, кальция 303,3мг/л, магния 143,7мг/л.

на основе оптимально скорректированных параметров по Государственной программе «Адресное программа» на территории фермы Бухарского нефтеперерабатывающего завода Департаментом капитального строительства завода было введено и сдан в эксплуатацию ступенчатый перерабатывающий биогазовый комплекс.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается проведением исследования с использованием современных методов и средств, осуществлением теоретических исследований на основе правил теоретической и земледельческой механики, адекватностью полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость исследования объясняется возможностью определе-

ния оптимального параметра устройства биогаза с учетом аналитических связей и коэффициента содержания инородных веществ в составе удобрения, энергетических и качественных показателей удобрения и энергии с монотонными изменениями параметров процесса.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что усовершенствованная технология и оборудование ступенчатой переработки навоза позволяют сократить расход энергии на собственные нужды установок, затраты на строительные материалы и энергопотребление.

Внедрение результатов исследования. На основе результатов исследования технологических основ процесса получения биогаза и удобрения из сельскохозяйственных отходов:

по реализации режима выдержки с учетом ВТВ и автоматического управления процессом получен патент Южной Кореи «Устройство по производству биогаза» (№ 10-0892746 02.04.2009 г.) Использование устройства по получению энергии и биоудобрений путем ступенчатый анаэробной переработки навоза позволили в отличие от традиционного способа в течение 10 дней в составе биогаза увеличить газа метана на 72%, CO₂ на 27.4%, общего азота 89.7 мг/л, фосфора 60.5 мг/л, калия до 586.5 мг/л, магния до 143.7 мг/л.

технология получения энергии и биоудобрений путем ступенчатой анаэробной переработки навоза использована акционерной компанией «Ўзбекнефтмахсулот (Справка №32-32/3810 от 2 декабря 2016 года акционерной компании «Ўзбекнефтмахсулот»). Использование устройства позволила увеличить качество удобрения в 3.2 раза, увеличить содержание азота в 5 раз;

технология получения энергии и биоудобрений путем ступенчатой анаэробной переработки навоза использована Южно- Кореической Компанией Total Chemical CO., LTD в 2008-2016 годах. (Справка «Korea Total Chemical CO., LTD» от 2008 года 31 сентября). Использование устройства позволила получить экономический эффект в размере 21 тысяча долларов США.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования доложены на 7 международных и 8 республиканских конференциях, в том числе, 1 на I-Международном конгрессе по биогазу, разработки были представлены на Республиканской ярмарке инновационных идей, технологий и проектов (2008–2017 гг.) и отмечены «СЕРТИФИКАТ» ом Агентства науки и технологии Республики Узбекистан.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 54 научных работ. Из них 15 статей в научных изданиях рекомендованных ВАК РУз для публикации основных научных результатов диссертаций, 13 в республиканских и 2 в иностранных журналах.

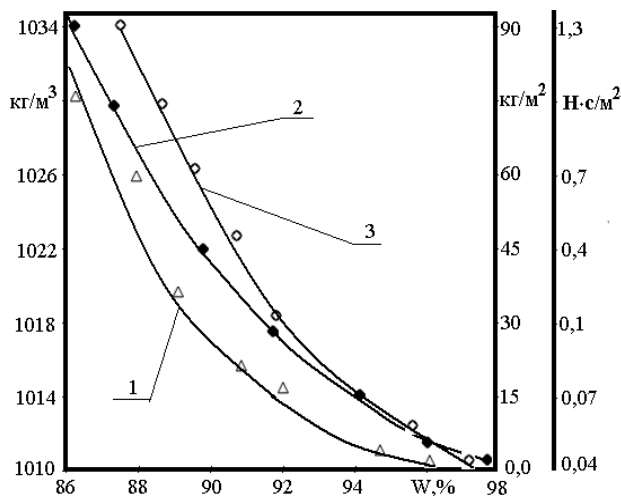
Объем и структура диссертации. Структура диссертации состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 198 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенных исследований, сформулированы цели и задачи, характеризуются объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения по внедрению в практику полученных результатов, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «Современное состояние, проблемы получения биогаза и удобрения из сельскохозяйственных отходов и постановка задачи» проанализированы технологии и энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии. На основе анализа имеющихся теоретических и экспериментальных данных сформулирована постановка задачи.

Во второй главе «Физико-механические свойства навоза при анаэробном процессе» приведены результаты изучения физико-механических свойств навоза для введения в анаэробный процесс и получены экспериментальные данные физико-механических свойств навоза. Получено увеличение влажности навоза $86 \div 96\%$ соответственно уменьшение плотности $1034 \div 1010$ кг / м³ и содержание сухого органического вещества, что приводит к уменьшению предела растягивающего напряжения от 1,3 до 0,04 н·с/м² (рис. 1).



1- предел растягивающего напряжения;
2-плотность навоза; 3-вязкость
Рис.1. Зависимость некоторых физико-механических свойств навоза от влажности

Анализ показал, что с увеличением содержания влаги в навозе и предел растягивающего напряжения уменьшились до $1,3 \div 0,04$ н·с/м². Для сохранения температурного режима брожения в биореакторе определена разность температуры подаваемой в подогреватель горячего теплоносителя и температур сбрасываемой биомассы в биореакторе должна быть не больше 10⁰С и ДСЗ биомассы в биореакторе определяющие ВТВ не более 10%. Кроме этого ДСЗ вновь загружаемого навоза с ступенчатой предво-

дительной обработкой без перемешивания биомассы в биореакторе качество получаемого биоудобрения увеличилось в 2-раза (рис.2). При температурном режиме $54 \pm 2^{\circ}\text{C}$, содержании ДСЗ 10% и оптимальном шести ступенчатом процессе переработки с содержанием биогаза 72,2%-метан (СН₄), 27,4%

(CO₂) и остаточные газы с содержанием макро и микроэлементов в биоудобрениях получено: 89,7мг/л общего азота, фосфора 60,5мг/л, 586,5мг/л калия, кальция 303,3мг/л, магния 143,7мг/л.

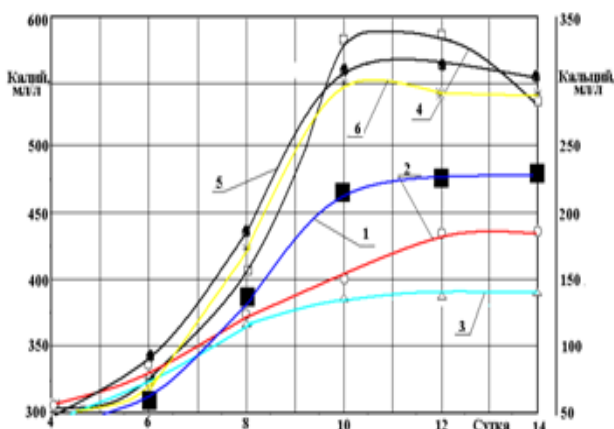
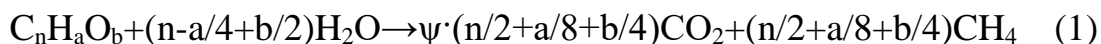


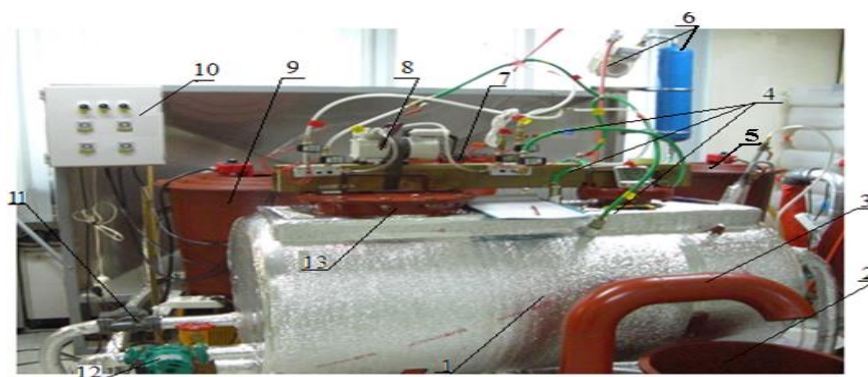
Рис. 2. Зависимости от продолжительности переработки навоза количество получаемого кальция и калия:

1, 2, 3 – кривая калия – дневная загрузка биогазовой установки 10, 20, 30% соответственно;
4, 5, 6 – кривая кальция – дневная загрузка биогазовой установки 10, 20, 30 % соответственно

При анаэробной переработке органических отходов сельского хозяйства конечным продуктом является уравнение вещества найден коэффициент ψ в котором необходимое количество не превышает 0,006 мг/л и уравнение вещества имеет вид:



В третьей главе «Теоретические и практические исследования теплоотбора при возвратно поступательном движении потока жидкого навоза в рабочих объемах теплообменника» приведены теоретические исследования теплоотбора при возвратно поступательном движении потока жидкого навоза в рабочих объемах теплообменника энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии. Для проверки адекватности предложенной математической модели разработана лабораторная установка (рис.3).



1-биореактор; 2-емкость для биоудобрения; 3-выгрузная труба; 4 - плечо перемешивания; 5 - емкость для предварительной обработки навоза; 6 - газификатор с счетчиком измерения газа; 7 – горловина загрузки; 8-компрессор; 9-емкость для второй ступени обработки навоза; 10 - программное устройство с пультом управления

Для повышения энергетического управления на ЭВМ известных энергоустановок предложена технология и разработан теплообменник переработанной биомассы являющиеся составной частью ступенчатой обработки биомассы в биогазовой установке

Рис.3. Лабораторная биогазовая установка

На рис.4. представлена схема теплообменника, работающего в режиме возврата - поступательного движения фаз с пульсирующей загрузкой и выгрузкой жидкого навоза. Для расчета предложенного теплообменника биогазовых установок и решения задачи оптимизации процесса теплоотбора необходима математическая модель процесса.

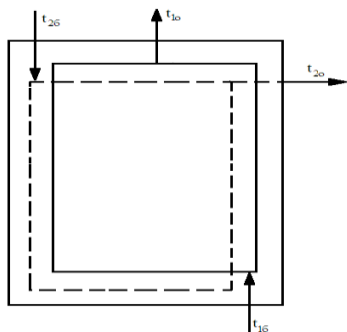


Рис.4. Схема теплообменника, работающего в режиме возврата-поступательного движения фаз с пульсирующей загрузкой и выгрузкой жидкого навоза

Она позволила бы теоретически учитывать влияние параметров процесса при возврата-поступательном перемещении жидкого навоза на теплопередачу, условия которой существенно отличаются от условий теплообмена в традиционно применяемых аппаратах. Как следует из приведенного выше описания новой конструкции биогазовых установок с встроенным теплообменником, последний работает периодически, в неустановившемся режиме, поэтому традиционная известная методика его расчета, описывающая стационарный (установившийся) режим, не применима. В связи с этим, возникает необходимость разработки специальной математической модели процесса теплообмена в рассматриваемой конструкции, учитывающей нестационарный характер процесса. Ниже предварительно сформулированы две модели процесса, из которых путем их сравнительного анализа в дальнейшем выбрана более приемлемая. Первая модель описывает процесс нестационарной теплопроводности в элементарной ячейке (трубке) при соответствующих краевых условиях задачи. При этом предполагается, что основным механизмом переноса теплоты в ячейке является эффективная теплопроводность (учитывающая влияние конвекции на теплопроводность в численном значении коэффициента $\lambda_{эф.}$). Вторая модель, в противоположность первой допускает полное перемешивание сред в рабочих объемах теплообменника.

С учетом сделанных допущений сформулирована задача теплообмена элементарной ячейки в виде:

$$\begin{cases} c_1 \rho_1 = \lambda_{эф.} \left[\frac{\partial^2 t_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t_1}{\partial r} \right], 0 \leq r \leq R; \\ t_1(0, r) = t_{1c} = const, r \geq R, r > 0, \\ -\lambda_1 \frac{\partial t_1}{\partial r} /_{r=R} = \bar{k}(\bar{t}_2 - \bar{t}_1(R)), r = R, r > 0, \\ \frac{\partial t_1(\tau, 0)}{\partial r} = 0; r = 0, \tau > 0 \\ t_{2c} - \bar{t}_2(\tau) = \bar{t}_1(\tau) - t_{1c}; \tau > 0 \end{cases} \quad (2)$$

где $c_1, \rho_1, a_{\text{эф}}, \lambda_1, R, t_{1н}, t_{2н}, k$ при const; c_1 - теплоемкость первого (холодного) теплоносителя, Дж/(кг · К); ρ_1 - плотность первого теплоносителя, кг/м³; $a_{\text{эф}}$ - температуропроводность первого теплоносителя, м²/с; λ_1 - теплопроводность первого теплоносителя, Вт/(м · К); R - радиус элементарной ячейки (внутренний радиус трубки), м; $t_{1н}$ - начальная температура первого теплоносителя, °С; $t_{2н}$ - начальная температура второго (горячего) теплоносителя, °С; \tilde{k} - коэффициент теплопередачи, учитывающий термические сопротивления стенки, загрязнений и теплового пограничного слоя второго теплоносителя.

Постановка задачи в математическом смысле тождественна постановке задачи экстрагирования вещества из твердой фазы в замкнутом процессе, решение которой получено независимо друг от друга К.Н.Белоноговым и Г.А.Аксельрудом и в терминах рассматриваемой задачи имеет вид:

$$\tilde{\theta} = \frac{1}{1 + \beta} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{\mu_n^2 + 4\beta + (2\beta - \mu_n^2 / \tilde{B}_1)^2} 1^{-\mu_n^2 n F_0} \quad (3)$$

Уравнение (3) позволяет рассчитать изменение среднеобъемной температуры \bar{t}_1 первого теплоносителя в зависимости от времени пребывания его в аппарате $\tau : t = \tau (f)$. Для такого рода расчета необходимо значение эффективных теплофизических коэффициентов $\lambda_{\text{эф.1}}, \alpha_{\text{эф.1}}, \tilde{k}$. Данные коэффициенты могут быть получены экспериментально в двух сериях экспериментов следующим образом. Экспоненциальный ряд в решении (3) является сходящимся во времени. При достаточно больших значениях F_0 (регулярный режим) можно ограничиться одним членом ряда и представить решение (3) в виде

$$\theta^* = A_1 \cdot e^{-\mu_1^2 F_0} \quad (4)$$

где

$$\theta^* = \frac{1}{1 + \beta} - \theta \quad (5)$$

$$A_1 = \frac{4}{\mu_1^2 + 4\beta + (2\beta - \mu_1^2 / Bi)^2} \quad (6)$$

Логарифмируя выражение (3), получим :

$$\ln \theta^* = \ln A_1 - \mu_1^2 \frac{a_{\text{эф.1}}}{R^2} \tau \quad (7)$$

Как видно из (7), зависимость $\ln \theta^*$ от τ линейна (рис.5), при этом

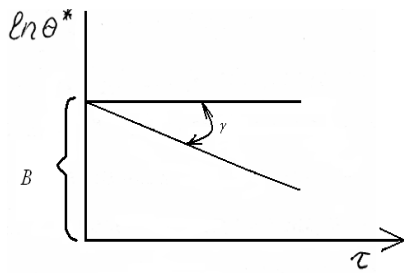


Рис.5. Зависимость $\ln\Theta^*$ от времени τ

отрезок, отсекаемый прямой на оси ординат, B и тангенс угла наклона линии - соответственно равными:

$$B = \ln A_1; \operatorname{tg} \gamma = -\mu_1^2 \frac{\alpha_{\text{эф.1}}}{R^2}.$$

По опытным данным в соответствии с уравнением (7) снова строится полулога

рифмическая зависимость $\ln\Theta^* = f(\tau)$. Для того, чтобы из них далее определить коэффициенты $\lambda_{\text{эф.1}}, \alpha_{\text{эф.1}}, \tilde{K}$ опыты необходимо проводить в условиях, исключающих внешнее термическое сопротивление, то есть должно быть обеспечено условие $\tilde{b}i \rightarrow \infty$. Добиться этого можно, применяя трубку из материала с высокой теплопроводностью $\lambda_{\text{сп}}$, обеспечивая отсутствие загрязнений и высокие значения коэффициента теплоотдачи α_2 . Определив из нее коэффициент $\ln A_1$ (как отрезок, отсекаемый на оси ординат) и далее $A_1 = \exp(\ln A_1)$, а также тангенс угла наклона $\operatorname{tg} \gamma$ получим два уравнения для определения параметров μ_1 и $\tilde{b}i$. Последнего можно достичь в опытах по определению $\lambda_{\text{эф.1}}, \alpha_{\text{эф.1}}$ применением в качестве горячего теплоносителя насыщенного водяного пара. Для этих условий $\tilde{b}i \rightarrow \infty$, поэтому исходя из вышеизложенного можно записать $\mu_1^2 = \frac{-\operatorname{tg} \gamma R^2}{\alpha_{\text{эф.1}}}$. Следовательно, коэффициент $\alpha_{\text{эф.1}}$ выразится через $\operatorname{tg} \gamma$, следующим образом

$$\alpha_{\text{эф.1}} = -\frac{\operatorname{tg} \gamma R^2}{\mu_1^2} \quad (8)$$

Зная $\alpha_{\text{эф.1}}$, можно далее рассчитать эффективную теплопроводность биомассы $\lambda_{\text{эф.1}}$, предварительно найдя из калориметрических исследований или взяв из справочников значения удельной массовой теплоемкости биомассы C_1 и ее плотности ρ_1 :

$$\lambda_{\text{эф.1}} = \alpha_{\text{эф.1}} \cdot C_1 \cdot \rho_1 \quad (9)$$

Проведя первую серию экспериментов при условиях, обеспечивающих $\tilde{b}i \rightarrow \infty$ при различных значениях определяющих параметров (влажности навоза, частоты пульсаций и т.д.), можно получить зависимости эффективных параметров $\lambda_{\text{эф.1}}$ и $\alpha_{\text{эф.1}}$ от указанных выше определяющих параметров

$$\alpha_{\text{эф.1}} = f_1(P_1, P_2, P_3, \dots) \quad (10)$$

$$\lambda_{\text{эф.1}} = f_2 (P_1, P_2 , \dots) \quad (11)$$

где P_1, P_2, P_3, \dots - определяющие параметры.

Во второй серии экспериментов в межтрубное пространство подается уже не насыщенный водяной пар, а отработавшая в биореакторе биоудобрения. В процессе теплообмена в этих условиях уже не выполняется условие $\tilde{b}_i \rightarrow \infty$ (так как α_2 имеет конечное значение). Цель этих опытов - нахождение коэффициента теплопередачи. Для этого по опытным данным в соответствии с уравнением (12) снова строится полулогарифмическая зависимость $\ln \Theta^* = f(\tau)$. Определив из нее коэффициент $\ln A_1$ (как отрезок, отсекаемый на оси ординат) и далее $A_1 = \exp(\ln A_1)$, а также тангенс угла наклона $\text{tg} \gamma = -\mu_1^2 \frac{\alpha_{\text{эф.1}}}{R^2}$ получим два уравнения для определения параметров μ_1 и \tilde{b}_i . Из последнего находим в конечном итоге коэффициент теплопередачи \tilde{k} :

$$\tilde{k} = \frac{\tilde{\beta}_i \times \lambda_{\text{эф.1}}}{R} \quad (12)$$

Зная \tilde{k} , определяем значение α_2

$$\alpha_2 = 1 / (1 / \tilde{k} - \sigma_{\text{ст}} / \lambda_{\text{ст}} - \sigma_3 / \lambda_3 \tau) \quad (13)$$

Проведение второй серии экспериментов при различных значениях определяющих параметров P_1, P_2, \dots дает возможность найти функциональную зависимость

$$\alpha_2 = f_3 (P_1, P_2, P_3 \dots) \quad (14)$$

или в критериальном виде

$$\text{Nu}_2 = \frac{\alpha_2 \times d_n}{\lambda_2} = f(P_1, P_2, \dots), \quad (15)$$

где Nu_2 - число Нуссельта; d_n - диаметр трубки, м; α_2 - теплопроводность биомассы, Вт/(м×К); P_1, P_2, P_3 - определяющие критерии подобия, включающие в себя параметры $P_1, P_2, P_3 \dots$

Таким образом, из двух серий экспериментов можно получить зависимости (15), (16) и (20) для коэффициентов $\lambda_{\text{эф.1}}$, $\alpha_{\text{эф.1}}$ и \tilde{k} , которые по уравнению (7) или в регулярном режиме (9) - позволяют рассчитать необходимое время пребывания теплоносителей в теплообменнике для обеспечения необходимой степени релаксации температурного напора $\bar{t}_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)$.

В состоянии теплового равновесия теплоносителей в соответствии с уравнением теплового баланса имеем

$$t_1|_{\tau \rightarrow \infty} = \bar{t}_2|_{\tau \rightarrow \infty} = \frac{t_{1.H} + t_{2.H}}{2} \quad (16)$$

Задаваясь значением $\bar{t}_{1.K} < \bar{t}_1|_{\tau \rightarrow \infty}$ (нагреваемая биомасса, поступающая в трубы), вычисляем значение $\theta = \frac{\bar{t}_1(\tau) - t_{1.H}}{t_{2.H} - t_{1.H}}$ и далее по уравнению (11) или (12) находим для условий проведения процесса безразмерное время F_0 . Например, из уравнения (10) имеем

$$F_0 = \frac{1}{\mu_1^2} \ln \frac{A_1}{\theta^{\otimes}} \quad (17)$$

или с учетом того, что $F_0 = \frac{a_{эф.1} \times \tau}{R^2}$, окончательно запишем:

$$\tau = \frac{R^2}{a_{эф.1} \times \mu_1^2} \ln \frac{A_1}{\theta^*} \quad (18)$$

Необходимый для вычислений по уравнению (18) параметр μ_1^2 находится по характеристическому уравнению (3) как первый положительный корень этого уравнения. Функция (3) табулирована, поэтому нахождение параметра μ_1^2 по величине $\tilde{b}i$ не вызывает затруднений.

При разработке второй модели, в отличие от первой модели, примем что биомасса, находящаяся в рабочем объеме теплообменника идеально перемещена по всему рабочему объему.

Для аппарата полного перемешивания запишем кинетическое уравнение в виде:

$$\frac{d\bar{t}_1(\tau)}{d\tau} = K^* (\bar{t}_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)), \quad (19)$$

где K^* - модифицированный коэффициент теплопередачи, 1/с.

Для идентификации коэффициента K рассмотрим уравнение теплопередачи для периодически действующего аппарата:

$$dQ = K [(\bar{t}_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)) F \cdot d\tau \quad (20)$$

где dQ - количество теплоты, передаваемое холодному теплоносителю в аппарате через поверхность теплообмена за время $d\tau$, Дж; F - поверхность теплообмена в рассматриваемом теплообменном аппарате, m^2 .

Из (20) получим:

$$\frac{d\theta}{d\tau} = K [\bar{t}_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)] \times F, \quad (21)$$

С другой стороны величину $\frac{d\theta}{d\tau}$ можно представить в виде

$$\frac{d\theta}{d\tau} = G_1 \times C_1 \times \frac{d\bar{t}_1(\tau)}{d\tau}, \quad (22)$$

где C_1 - удельная массовая теплоемкость холодного теплоносителя, Дж/(кг×К). Приравнявая (21) и (22), найдем:

$$G_1 \times C_1 \times \frac{d\bar{t}_1(\tau)}{d\tau} = K [\bar{t}_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)] \times F, \quad (23)$$

или

$$\frac{d\bar{t}_1(\tau)}{d\tau} = \frac{K \times F}{G_1 C_1} \times [\bar{t}_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)] = K^* [\bar{t}_2(\tau) - \bar{t}_1(\tau)] \quad (24)$$

Следовательно:

$$K^* = \frac{K \times F}{G_1 C_1} \quad (25)$$

Уравнение (29) представляет собой модифицированное уравнение теплопередачи, в котором коэффициент K^* -модифицированный коэффициент теплопередачи. Используя уравнение теплового баланса представим в виде

$$\bar{t}_2(\tau) = t_{2н} + t_{1н} - \bar{t}_1(\tau) \quad (26)$$

Подставим (31) в (24):

$$\frac{d\bar{t}_1(\tau)}{d\tau} = K^* \cdot [t_{2н} - t_{1н} - 2\bar{t}_1(\tau)] \quad (27)$$

Разделим в (27) переменные и проинтегрируем полученное выражение в пределах от $\bar{t}_{1.н}$ до $\bar{t}_{1(\tau)}$ и от 0 до τ , считая удельную теплоемкость $C_1 = \text{const}$:

$$\int_0^\tau d\tau = \frac{1}{K^*} \int_{\bar{t}_{1.н}}^{\bar{t}_{1(\tau)}} \frac{d\bar{t}_1}{t_{2н} + t_{1н} - 2\bar{t}_1(\tau)}$$

В результате получим:

$$\tau = - \frac{1}{2K^*} \ln(t_{2н} + t_{1н} - 2\bar{t}_1(\tau)) \Big|_{\bar{t}_{1.н}}^{\bar{t}_{1(\tau)}} = \quad (28)$$

$$\frac{1}{2K^*} \ln \frac{t_{2н} - t_{1н}}{t_{2н} - t_{1н}} = \frac{1}{2K^*} \ln \frac{1}{\theta}$$

следовательно $\tau = \frac{1}{2K^*} \ln \frac{1}{\theta} \rightarrow \infty$, через некоторые преобразование

получим
$$K^* = - \frac{tg \gamma_1}{2} \quad (29)$$

Таким образом, уравнение (28) можно использовать в практических расчетах.

С целью проверки адекватности математической модели была изготовлена и смонтирована лабораторно-стендовая установка, общий вид приведены на рис. 3. Результаты опытов представлены на рис. 6 в виде зависимостей $\ln \theta = f(\tau)$.

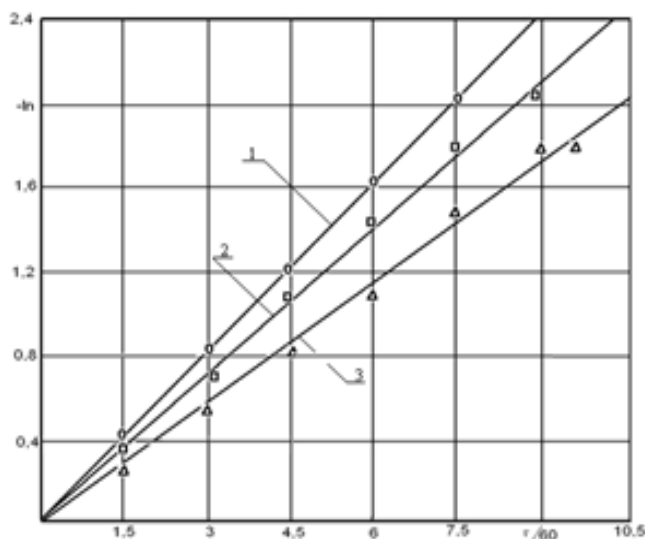


Рис. 6.
Экспериментальная
Зависимость $\ln\Theta = f(\tau)$:

- 1-170 мм, $n=18 \text{ с}^{-1}$;
- 2-280 мм, $n=10 \text{ с}^{-1}$;
- 3-170 мм, $n=2 \text{ с}^{-1}$

Из рисунка видно, что зависимость $\ln\Theta$ от времени τ проходит через начало координат и имеет линейный характер.

Это свидетельствует о том, что опытные данные хорошо аппроксимируются уравнением (28). Следовательно, математическая модель может быть использована для описания процесса теплообмена в рассматриваемом теплообменнике сбросной теплоты, работающим в пульсирующем режиме.

Из приведенных на рисунке данных по уравнению (28) были рассчитаны значения коэффициента теплопередачи. Сопоставление рис. 7 и рассчитанные по уравнению (28) значение K^* следует, что при больших параметрах перемешивания теплоносителей в теплообменнике теплообмен происходит интенсивнее (кривая 1). Это объясняется большей частотой обновления теплоносителя на поверхности теплообмена и он в 3,5 раза интенсивнее.

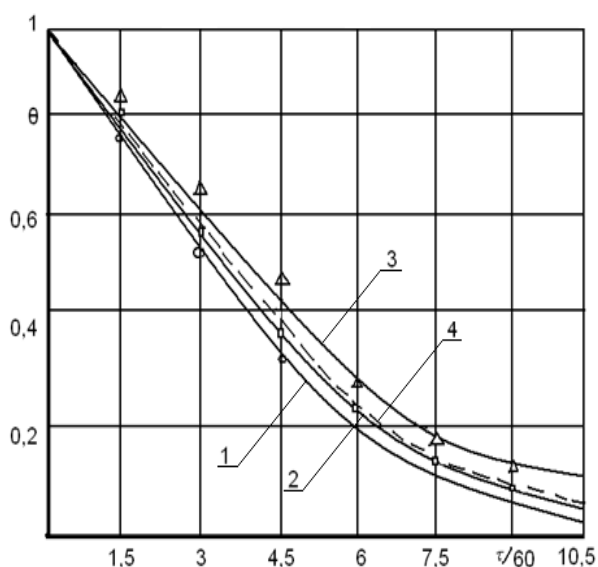


Рис. 7. Сравнение опытных и
рассчитанных по уравнению
(28) кривых нагрева
теплоносителя в
теплообменнике,
сбросной теплоты с возвратно-
поступательным движением
сред:

- 1) $A=170 \text{ мм}$, $n=18 \text{ с}^{-1}$;
 - 2) $A=280 \text{ мм}$; $n=10 \text{ с}^{-1}$;
 - 3) $A=170 \text{ мм}$, $n=2 \text{ с}^{-1}$;
 - 4) $A=173,5 \text{ мм}$, $n=14 \text{ с}^{-1}$;
- (линии—расчет, точки—эксперимент)

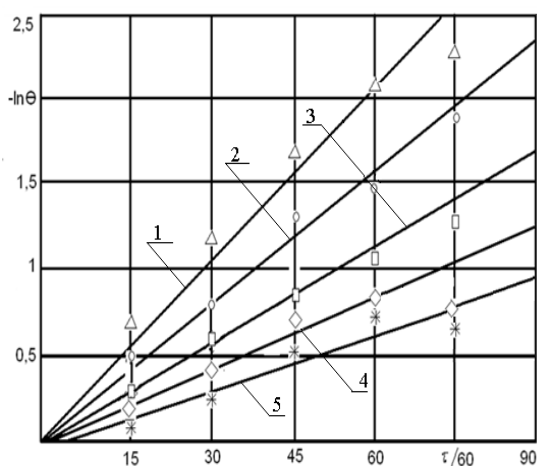
На рис. 7 дано сопоставление опытных кривых нагрева и рассчитанных по уравнению (28) с использованием значений коэффициента теплопередачи K^* приведенных по рассчитанными значениями сравнения показывают, что средняя относительная погрешность вычисленных значений τ от расчетных составляет $\pm 6 \%$.

Это показывает адекватность математической модели-II реальному процессу и ее применимость для инженерных расчетов.

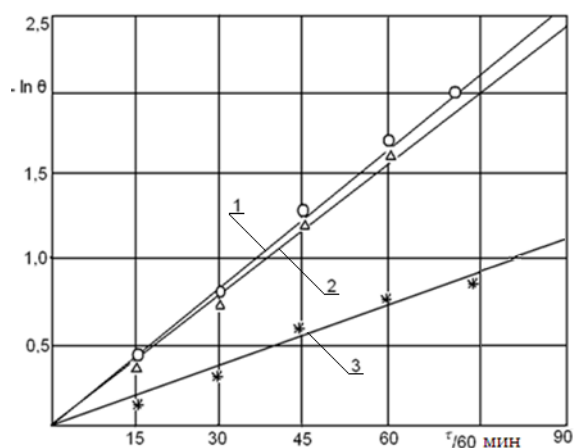
В четвертый главе диссертации «**Программы и методы научных исследований**» приведена программа и методика исследования влияния технологических параметров (продолжительности одиночного цикла перемешивания, частоты полного обрушивания (пульсаций), продолжительности отслёжки между циклами перемешивания, влажности навоза), обоснование оптимальных технологических параметров работы теплообменника биогазовой установки и качества биоудобрения и биогаза при работе на жидком навозе.

Пятый глава диссертации «**Результаты экспериментальных исследований работающие ступенчатый биогазовой установки с теплообменником и их анализ**» посвящена изучению влияния режимных параметров теплообменника: влажности навоза, продолжительности единичного цикла перемешивания, частоте полных обрушиваний, продолжительности отслёжки (выдержки) между циклами перемешивания на процесс теплообмена.

Одним из параметров, влияющих на процесс теплообмена в условиях возвратно - поступательного перемешивания теплоносителей является относительная продолжительность стадии перемешивания в единичном цикле "перемешивание - отлѐжка", под которой будем понимать отношение τ_n/τ_o . Результаты опытов представлены на рис.8. Из рис.8 видно, что интенсивность теплообмена значительно повышается с увеличением относительной продолжительности единичного цикла перемешивания, это приводит к сокращению общего времени теплообмена в аппарате.



1 - $n = 15/16$; 2 - $n = 30/60$; 3 - $n = 15/45$; 4 - $n = 15/75$; 5 - $n = 1/31$
($W = 92\%$; $\omega = 0,023\text{c}^{-1}$)



1 - $w = 98\%$; 2 - $w = 95\%$; 3 - $w = 86\%$ ($\tau_n = 15$ мин; $\omega = 0,023\text{c}^{-1}$; $\tau_o = 30$ мин)

Рис.8. Зависимость $\ln\Theta=f(\tau)$

Рис.9. Зависимость $-\ln\theta=f(\tau)$

Это объясняется более интенсивным обновлением теплоносителей на поверхности теплообмена. Полученные кривые кинетики нагрева $\Theta=f(\tau)$ были обработаны в виде зависимостей $-\ln\Theta=f(\tau)$, из которых с помощью уравнения (29) и (25) рассчитывали значения модифицирован-

ного и истинного коэффициентов теплопередачи K^* и K . Полученные данных следует, что при увеличении n от 0,0322 до 1 интенсивность теплообмена возрастает от величины 54,9 Вт/(м²×К) до величины 158,9 Вт/(м²×К), что свидетельствует о значительной интенсификации процесса теплообмена. Для изучения влияния влажности навоза на интенсивность теплообмена проведен ряд экспериментов. Из рисунка 9 видно, что процесс теплообмена интенсифицируется с ростом влажности навоза. Это объясняется тем, что с ростом влажности навоза W увеличивается его температуропроводность α , что приводит к более быстрому его нагреву.

Интенсивный теплообмен в начале процесса является следствием большой движущей силы процесса-разности температур холодного и горячего теплоносителей. Результаты расчетов показали, что с увеличением влажности навоза от 86 до 98% коэффициент теплопередачи возрастает от значения с 56,97 Вт/(м²×К) до значения 141,98 Вт/(м²×К), что соответствует увеличению интенсивности теплообмена на 250%.

В результате экспериментов было установлено, что при увеличении частоты пульсаций (рис.10.) теплоносителя от значения 0,017 до значения 0,029с⁻¹ коэффициент теплопередачи увеличивается не существенно от величины 95,8 Вт/(см²×К) до величины 120,4 Вт/(м²×К) это несущественная значения составляет 1,7 раза. Это объясняется тем, что неньютоновский характер течения навоза не позволяет его быстрое обновление на поверхности теплообмена.

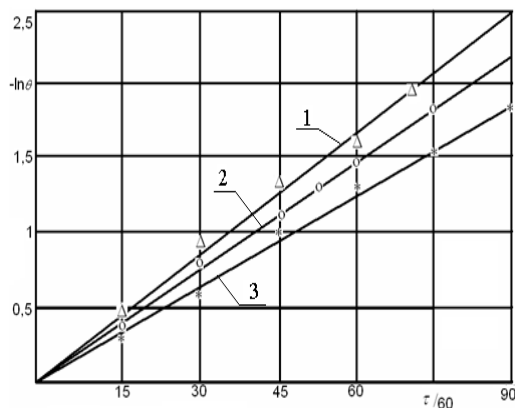


Рис.10.
Зависимость $\ln \theta = f(\tau)$

1- $\omega=0,023\text{с}^{-1}$; 2- $\omega=0,029\text{с}^{-1}$;
3- $\omega=0,017\text{с}^{-1}$; ($W = 92\%$;
 $\tau_T = 15$ мин; $\tau_T = 30$ мин)

Вторая часть, посвящена влиянию технологических параметров теплообменника на процессы теплообмена методом планирования эксперимента. С целью учета взаимодействия факторов на экспериментальной установке был проведен многофакторный эксперимент, в котором при постоянных конструктивных параметрах установки изменяли влажность навоза W , продолжительность единичного цикла перемешивания τ_n продолжительность между циклами перемешивания τ_0 и частоту полного обрушивания ω . Анализ зависимостей температуры теплоносителей в теплообменнике от времени $t = f(\tau)$ при различных режимах показывает, что с течением времени скорости изменения температура теплоносителей dt/dt уменьшаются, то есть скорость теплоотбора в ходе процесса непрерывно падает, а время теплоотбора возрастает по логарифмической зависимости (33). Из анализа полученных

данных экспериментальных исследований можно сделать вывод, что большая разность температур (29°C) при наименьшей продолжительности процесса теплоотбора (55 мин) переработанного в теплообменнике биогазовой установке работающим по ступенчатому способу при условии $(dt/d\tau)_k \geq 1/30$ К/мин. достигается при влажности навоза 94%, продолжительности единого цикла перемешивания 27 мин, частоте полного обрушивания в теплообменнике $0,023\text{c}^{-1}$ и продолжительности отлёжки между циклами перемешивания 7,5мин (Рис.11).

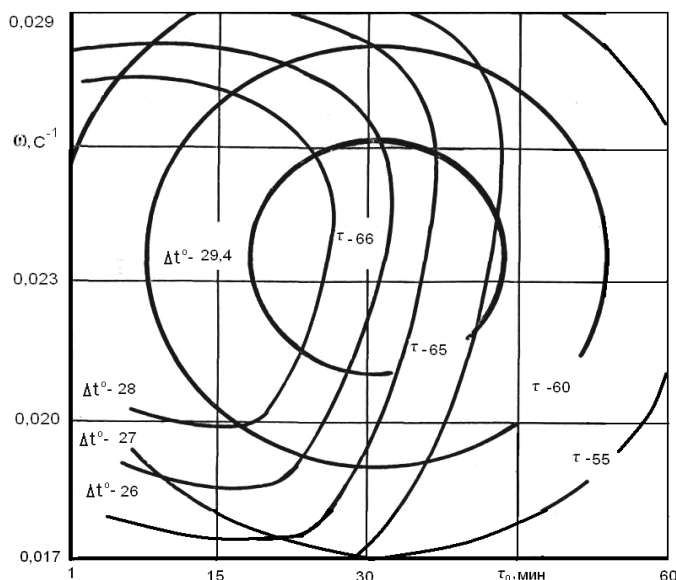


Рис. 11.
Зависимости продолжительности процесса теплоотбора и разности температур от продолжительности отлёжки между циклами перемешивания и от частоты полного обрушивания навоза в теплообменнике биогазовой установки

Относительная продолжительность стадии перемешивания в единичном цикле n , характер гидравлический режим теплообмена, изменяется от 0,6 до 0,5 этих значениях технологических параметров ступенчатой биогазовая установка с теплообменником достигает наибольшее значение коэффициента теплопередачи K ($235 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$), то есть процесс протекает наиболее интенсивно. Это позволяет сократить продолжительность процесса теплообмена по сравнению с процессом без перемешивания в 4раза, что дает возможность в такое же количество раз уменьшить габариты теплообменника. После этого определили влияния режимных параметров на коэффициент теплопередачи. Для этого совместным решением регрессионного уравнения определено значение максимального теплоотбора при минимальных временах математических моделей получили уравнение регрессии, предназначенное для расчета коэффициента теплопередачи K .

В шестой главе «**Результаты хозяйственных испытаний ступенчатый биогазовой установки с теплообменником и его технико-экономические показатели**» приведены методики инженерного расчета и управления ступенчатой биогазовой установкой с теплообменником на ЭВМ. Предложенные способы и энергоустановки на внедрение были реализованы в 2016 году (рис.12) по государственной «Адресной программе» на ферме крупного рогатого скота, принадлежащей Бухарскому нефтеперерабатывающему заводу с общим объемом 250 м^3 . Установка прошла сельскохозяйственное испытание

и обладает мощностью переработки 25 тонн навоза в день.



Рис. 12.
Биогазовая комплекс
установленная ферме крупного
рогатого скота, принадлежащей
Бухарскому
нефтеперерабатывающему
заводу

Биогазовый комплекс имеет яму предворителной подготовки исходного навоза-первой ступени обработки, размером бак 75 м^3 , теплообменник- второй ступени обработки размером $4,1\text{ м}^3$, 5 биореакторов каждый из кото-рых имеет полезный объем 50 м^3 - третьей ступени обработки, газофильтр бъемом 2 м^3 для очистки биогаза, газогольдер испытанный на рабочее давление газа с $0,6\text{ МПа}$, яму для биоудобрения размером 90 м^3 и газогенератор рассчитанный на 30 кВт/ч электроэнергии.

Ежегодный экономический эффект комплекса составляет 357 млн. Сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по докторской диссертации на тему «Технологические основы процесса получения биогаза и удобрения из сельскохозяйственных отходов» представлены следующие выводы:

1. Увеличение влажности навоза от $86\div 96\%$ соответственно, приводит к снижению показателей плотности $1034\div 1010\text{ кг/м}^3$ и уровня напряжения в навозе $1,3\div 0,04\text{ н}\cdot\text{с/м}^2$.
2. Для обеспечения стабильной и бесперебойной работы биореактора необходимо учитывать коэффициент ψ , количество которого не должно превышать $0,006\text{ мг/л}$
3. При поэтапной переработке сельскохозяйственных отходов с содержанием доза суточной загрузки 10% и использовании навоза для термофильных режимов путем выдержки навоза в биореакторах в течение 10 дней дает возможность получения биоудобрений с самыми высокими показателями макро- и микроэлементов: азот $89,7\text{ мг/л}$, фосфор $60,5\text{ мг/л}$, калий $586,5\text{ мг/л}$, кальций $303,3\text{ мг/л}$, магний $143,7\text{ мг/л}$, в составе полученного биогаза $72,2\%$ метана (CH_4), $27,4\%$ углекислый газ (CO_2) и остаточных газов.
4. Разработаны математические модели, описывающие процесс теплообмена в периодически действующем теплообменнике биогазовой установки с пульсационным колебательным движением теплоносителей, обусловленным периодическим подключением их рабочих объемов к системе

перемешивания установки. Показано, что модель–2 по сравнению с моделью–1 более легко реализуема на практике и удовлетворяет требованию адекватности реальному процессу, при этом относительная погрешность расчета температуры составляет $\pm 6\%$.

5. Энергетическая установка поэтапной ступенчатой переработки навоза объемом 25 тонн в сутки и геометрические размеры устройства: предварительная обработка навоза – первая ступень – объем емкости 75 м^3 , объем теплообменника – вторая ступень обработки – $4,1\text{ м}^3$ и пять биореакторов по 50 м^3 каждые с общим объемом – 250 м^3 , яма для биоудобрения 90 м^3 , нагревательная поверхность теплообменника $18,1\text{ м}^2$, а диаметр на длину нагревательных трубок составляет $0,175$ и оптимальные значения теплопередачи нагревателя: время технологической выдержки = 10 суток, влажность навоза $W = 94\%$, $t_n = 26$ мин, $t_0 = 7,5$ мин и $\omega = 0,023\text{ с}^{-1}$, общее время рекуперации тепла 48 мин.
6. Теплообмен протекает в 3,4 раза быстрее в предлагаемом теплообменнике пульсационным методом, работающего на принципе перемешивания, по сравнению с обычными установками.
7. Разработанные инженерные методы и компьютерное программное обеспечение соответствуют классификации геометрических размеров теплообменника и его работе в автоматическом режиме.
8. Внедрение технических и технологических решений, разработанных в результате исследований, способствует эффективному ускорению научно-технического прогресса в животноводческом секторе, который является одной из важнейших областей сельского хозяйства. Использование энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии сокращает выбросы парниковых газов ежегодно на 5100 тонн, однако без учета этих показателей годовой экономический эффект достигает 357 мил. сум в год.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING OF THE SCIENTIFIC DEGREES
DSc.27.06.2017.FM/T.34.01 AT PHYSICOTECHNICAL INSTITUTE,
INSTITUTE OF ION-PLASMA AND LASER TECHNOLOGIES,
SAMARKAND STATE UNIVERSITY**

Tashkent institute of irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

IMOMOV SHAVKAT JACHONOVICH

**TECHNOLOGICAL FOUNDATIONS OF THE PROCESS OF OBTAINING BIOGAS AND
FERTILIZERS FROM AGRICULTURAL WASTES**

**05.05.06 – Energetical installations on the base of renewable
energy sources
05.07.01 - Agricultural and land reclamation machines.
Mechanization of agriculture and land reclamation
(Technical sciences).
ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION (DSc)
ON TECHNICAL SCIENCES**

TASHKENT – 2017

The theme of doctoral dissertation (DSc) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.1.DSc/T71

Tashkent institute of irrigation and Agricultural Mechanization Engineers.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of Scientific council (<http://fti-kengash.uz/>) and on Information and educational portal "ZiyoNet" (<http://www.ziynet.uz/>).

Scientific consultant:

Salimov Oqil Umurzakovich

doctor of technical sciences, Academician

Official opponents:

Iskandarov Zafar Samandarovich

doctor of technical sciences, professor

Uzakov Gulomjon Norboevich

doctor of technical sciences, professor

Koyshiev Teymurkhan Kosibayevich

doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

Bukhara State University

Defense will take place «___» _____ 2017 at _____ at the meeting of Scientific council number DSc.27.06.2017.FM/T.34.01 at Physicotechnical Institute, Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies, Samarkand State University (Address: 100084, Uzbekistan, Tashkent city, 2b, Bodomzor yoli str., Phone: (99871) 235-42-91, e-mail: lutp@uzsci.net, Meeting Room of Physicotechnical Institute).

Doctoral dissertation is possible to review in Information-resource centre at Physicotechnical Institute (is registered № _____) (Address: 100084, Uzbekistan, Tashkent city, 2b, Bodomzor yoli str., Phone: (99871) 235-42-91).

Abstract of dissertation sent out on «___» _____ 2017.
(mailing report № _____ on «___» _____ 2017).

S.L.Lutpullaev

Chairman of scientific council
on award of scientific degrees,
D.F.-M.S., professor

A.V.Karimov

Scientific secretary of scientific council
on award of scientific degrees,
D.F.-M.S., professor

S.A.Bakhramov

Chairman of scientific Seminar under Scientific
council on award of scientific degrees,
D.F.-M.S., professor

INTRODUCTION (annotation of doctoral dissertation)

Topicality and relevance of the theme of the dissertation. In the world today, in the development of agriculture, much attention is paid to the production of biogas and biofertilizers from waste. In practice, in the area of the use of organic waste to reduce greenhouse gas emissions, one of the promising areas is to increase the productivity of processing organic fertilizers. In this aspect, the development of methods for stepwise anaerobic processing and development of ways to improve product quality is one of the most important tasks

Relevance of the research to the priority areas of science and technology development of the republic. This work was performed in accordance with the priority areas of science and technology development of the Republic of Uzbekistan – ITD-II “Power engineering, energy and resource saving” and ITD-IV “Development of methods of using renewable energy sources, development of technologies and devices based on nanotechnology, photonics and other advanced technologies”.

Review of international scientific researches on the topic of the dissertation. Scientific researches on the development of resource-saving technologies and technical means that perform indicators of anaerobic processes in bioreactors and on the reduction of energy costs are being conducted in such leading countries as Hunan Agricultural University (China), Agricultural Research Centre, National Soil Dynamics Laboratory, Argonne National Laboratory (USA), Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum g GmbH (Germany), Consorzio Itaiano biogas e gaaificazione, Federazione Italiana -di-di- Produttori Energia di Fonti Rinnovabili (Italy), Agence for Restructuring and Modernization of Agriculture, Institute of Technology and Life Sciences (Poland), Moscow State Agro engineering University, Research Institute of Agricultural Machinery (Russia).

Problem development status. In spite of a large number of studies conducted up to present days, there are still problems pending their solution to maintain designed power capacity of Biogas plant.

Relevance of the dissertation research to the plans of scientific-research works. The research presented in the dissertation is carried according to the approved research works plan of the Institute of Material Sciences in the framework of the RU State Research and Development Programs.

The aim of the research is the development of technology and technical means for processing organic waste in agriculture through stepwise processing, the use of energy contained in ejected fertilizers taking into account the retention time in bioreactors.

The tasks of the research development and introduction of technology for producing biogas and fertilizers from agricultural waste.

The object of the research: manure of cattle, a stepwise biogas power installation and its heat exchanger, processed biofertilizer and biogas.

Methods of the research: Scientific researches were carried out according to the main provisions and methods of analysis of microbiological and agrochemical properties of biofertilizers, classical mechanics, mathematical analysis, mathematical statistics, as well as basics of thermodynamics and heat engineering.

The scientific novelty of the research consists of the following: A technology and a technical tool for stepwise manure processing in a biogas plant were developed; A computer program was developed to manage all technological processes in a power installation; The coefficient ψ was determined that takes into account the optimal amount of foreign substances in manure during anaerobic processing; A technology was developed to ensure manure retention time in bioreactors; A mathematical model describing non-stationary heat transfer of the heat carrier was developed, and rational parameters of the device were determined on the basis of analytical dependencies; The technology, scheme and design were developed, and the rational parameters on obtaining biofertilizers and energy from organic waste were defined; The optimal parameters of the stepwise manure processing plant under continuous operating conditions were determined.

Practical results of the research are as follows: The optimum time parameters were determined for manure manure in the bioreactor in the process of anaerobic processing; the following indicators of the composition of biofertilizer were achieved, compared with the initial ones: 72.2% -methane (CH₄), 27.4% (CO₂) and residual gases for 10 days, in the biofertilizer: 89.7 mg /kg total nitrogen, phosphorus 60.5mg/kg, 586.5mg /kg potassium, calcium 303.3mg /kg ,magnesium 143.7mg/kg. in accordance with the optimally adjusted parameters of the State "Address Program", a step-by-step processing biogas complex was commissioned and put into operation on the territory of the Bukhara oil refinery plant by the Capital Construction Department of the plant.

Authenticity of the obtained results is supported by use standard analytical software designed for experimental studies. Conformity of results is confirmed by the comparative analysis with results published by other authors

Scientific and practical value of the research results. The theoretical significance of the research is explained by the development of analytical connections and calculation models that show the interrelationship of factors of foreign substance existence in fertilizers, energy and quality indicators of fertilizers and energy with monotonous changes in process parameters. The practical significance of the research results is explained by the fact that the improved technology and stepwise manure processing plant reduced energy consumption for the plant's own needs, costs for building materials and energy consumption.

Implementation of the research results gives an improvement in the structure of biofertilizer and increases the methane share in biogas

Approbation of the research results. Results of the research work have been discussed at 7 international and republican scientific and practical conferences

Publication of the research results. The main results of the dissertation are published in 54 research papers, of them 30 papers including, 3 book (monograph), and 21 conference Proceedings.

The volume and structure of the dissertation. The dissertation is presented on 196 pages consisting of an introduction, six chapters, a conclusion, a list of references and appendixes.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, part I)

1. Имомов Ш., Усмонов К. Биогаз: экология органик ўғит. – Тошкент: “FARZAY-POLIGRAF”, 2016. – 258 б.
2. Имомов, Ш., Hwang Sang Gu, Усмонов К., Шодиев Э., Каюмов Т. Альтернативное топливо на основе органики / Министерство сельского и водного хозяйства РУз. – Тошкент: Фан, 2013. –168б.
3. Имомов Ш. Технологические основы рекуперации тепловых отходов биогазовых установок. Ташкент: Фан, 2011. – 136 с.
4. Имомов Ш. Биогаз қурилмасининг вақтинчалик технологик регламенти. TR16472899-031:2016 / т. ф. д., академик А.Салимов тахрири остида. // Ш.Имомов, К.Усмонов, Б.Хакимов, А.Худойбердиев, З.Эргашов. «Ўзбекнефтгаз миллий холдинг компанияси» Бухоро нефть қайта ишлаш заводи, 2016 – 48 б.
5. Салимов О., Имомов Ш. Оптимизация процессов биогазовой установки по индивидуальному заказу // Irrigatsiya va melioratsiya, 2017, № 2(8). – С. 47-49. (05.00.00. №22)
6. Имомов Ш. Биогаз-энергия: экология ва органик ўғит // Irrigatsiya va melioratsiya, 2015, № 2. – С. 30-34. (05.00.00. №22)
7. Imomov Sh. Engineering Design Calculation of a Biogas Unit Recuperator Applied Solar Energy, September 2007, Volume 43, Issue 3, pp. 196-197. (№41. SCImago SJR, IF: 0.251).
8. Imomov Sh. Heat transfer process during phase back-and-forth motion with biomass pulse loading. Applied Solar Energy, June 2009 , Volume 45, Issue 2, pp. 116-119. (05.00.00. №1)
9. Имомов Ш., Усмонов К. Парранда чиқиндиларига ишлов бериш/ Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги, 2015, № 8. – 35 б. (05.00.00. №8)
10. Махкамов Б., Худойберганов А., Имомов Ш., Худойбердиев А. Внедрение альтернативного источника энергии на Бухарском НПЗ// O'zbekiston neft va gaz jurnali, 2016, № 2. – с. 78-80 (02.00.00. №7).
11. Имомов Ш. Возобновляемые источники энергии – биогаз / Экологически вестник (Спец. Выпуск – Энергетика), 2009, № 3–4 (04.00.00. №1)
12. Имомов Ш., Усмонов К. Биогазовая установка и способ изменения теплового режима брожения / Agroilm-O'zbekiston qishloq xo'jaligi, 2012, № 3(23) (06.00.00. №1)
13. Имомов Ш., Шодиев Э. Биореакторларни биомасса билан тўлатиш дозатори / Agroilm-O'zbekiston qishloq xo'jaligi, 2012, № 4(24). (06.00.00. №1)
14. Имомов Ш., Усмонов К.Э. Биогаз олиш қурилмасининг унумдорлигини ошириш / Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги, 2009, № 6. – 24 б. (05.00.00. 8)

15. Имомов Ш., Усмонов К., Шодиев Э. Интенсификация протекания метанового сбраживания отходов животноводства / Agroilm - Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги, 2009, № 2(10). 74-75. б. (06.00.00. №1)
16. Имомов Ш., Шодиев Э., Қаюмов Т., Усмонов К. Биологик газ олиш курилмаларидан чиқаётган сифатли органик ўғит / О'zbekiston qishloq xo'jaligi, 2012, № 10. (05.00.00.№8)
17. Имомов Ш., Усмонов К., Имомова Н. Биогаз олишда қуёш энергиясидан фойдаланиш / О'zbekiston qishloq xo'jaligi, 2010, № 3 (05.00.00.№8)
18. Хамраев М., Имомов Ш. Повышения плодородия эродированных почв / Сельское хозяйство Узбекистана, 1993, № 5. С. 41-42 (05.00.00.№8)
19. Имомов Ш., Рискулов Ш., Соткулов А. Опыт применения в развитых странах / Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги, 2010, № 7. С. 29. (05.00.00. №8).
20. Имомов Ш., Матякубов И. Энергоемкость переработки отходов метановым сбраживанием / Сельское хозяйство Узбекистана, 1993, № 6. (05.00.00.№8).

II бўлим (II часть, part II)

21. Имомов Ш., ЭХМ учун дастур: Дистанционно-автоматическое управлению и контроль производственной биогазовой установкой // ЎЗР Давлат патент идораси. Ихтирога патент DGU № 20150449, 27.11.2015.
22. Имомов Ш., Hwang Sang Gu. Установка для получения биогаза // Межд. Патент, Южная Корея, № 10-0892746/2009.04.02.
23. Имомов Ш., Hwang Sang Gu. Биогазовая установка с рекуператором тепловых отходов брожения // Доклад на 1 конгрессе «Biodizel», 26-27 ноябрь 2008, М.
24. Имомов Ш., Усмонов К. Альтернативное топливо из органики // Международная научно-практическая конференция «Аграрная наука XXI века, актуальные исследования и перспективы», 23-25 мая 2016, Казань. 86-89 с.
25. Имомов Ш., Усмонов К. Биогазовые установки с рекуператором тепловых отходов. Экологические и социально-экономические основы развития аридных экосистем /сб. науч. тр./ ФГБНУ «ПНИИАЗ», Волгоград, 2015. – 306 с.
26. Имомов Ш., Януков Н. Типы и характеристики применяемых рекуперативных теплообменных аппаратов биогазовых установок и методы интенсификации теплообмена в них. Материалы международной научной практической конференции / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2016- Вып. XVIII – 404 с.
27. Имомов Ш., Султанов М., Хакимов Б. Процесс анаэробного распада органического вещества для получения альтернативного топлива // Материалы V-ой Межд. научно-практ. конф. молодых учёных, посвящённые 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия», 11-13 мая 2016, с. Солёное Займище. 524-528 с.

28. Имомов Ш. Седиментация суспензии шлама после анаэробной переработки органических отходов в биогазовых установках // Межд. агронауч. техн. жур. Вып № 4, 2014, Алма-ата.
29. Имомов Ш. Технология рекуперации и тепловых отходов биогазовых установок / Межд. агронауч. техн. жур. Вып № 4, 2016, Алма-ата, с.53-61.
30. Имомов Ш. Биогаз олиш қурилмаларида иссиқлик рекуператори ҳисоби. // “Agrar soha tarmoqlarida elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirish muammolari” mavzusidagi halqaro ilmiy-amaliy anjuman, 25–26 may 2015, Тошкент.
31. Имомов Ш., Усмонов К. Органик чиқиндиларга тўлиқ ишлов бериш // “Agrar soha tarmoqlarida elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirish muammolari” mavzusidagi halqaro ilmiy-amaliy anjuman, 25–26 may 2015, Тошкент.
32. Имомов Ш., Қажумов Т. Биогаз қурилмаларини суткалик юклаш миқдори // «Машинасозликда замонавий материаллар, техника ва технологиялар» Халқаро илмий-техникавий анжуман тўплами (профессор-ўқитувчилар, ёш олимлар, катта илмий ходим-изланувчилар, магистрлар ва иқтидорли талабаларнинг халқаро илмий-техникавий анжуман мақолалар тўплами) / Андижон машинасозлик институти, 2016, –739 б.
33. Салимов О., Имомов Ш., Худойбердиев А. Хамидов Ф. Вобкент шаҳри Хошимхўжа кўчаси 33-уйда ўрнатилган биологик газ олиш қурилмасини ишлатиш бўйича тавсиялар. Ротапринт: ТИМИБФ, 2015. – 44 б.
34. Салимов О., Имомов Ш., Маърупов И. Разработка технологии комплексной переработки органических отходов биогазовой установки для решения проблемы экологии, получения высококачественного удобрения и горючего газа // ТИКХМИИ 60-йиллигига бағишланган профессор ўқитувчиларнинг илмий Амалий анжумани.
35. Салимов О., Имомов Ш. ва бошқ. Бухоро вилояти Қоровулбозор туманидаги НКИЗ қарашли йирик шохли қорамол фермасининг биологик газ олиш қурилмасини ишлатиш бўйича тавсиялар // ТИМИБФ, 2015 – 44б.
36. Салимов О., Имомов Ш. ва бошқ. Чорва ҳайвонлари чиқиндилари ва концентрацияланган саноат оқава сувлари ҳамда юқори сув ўтларидан муқобил энергия олиш қурилмасини ишлатиш бўйича тавсиялар. Ротапринт: ТИМИ, 2011. – 31б.
37. Имомов Ш., Эшонкулов У. Использование биогаза в двигателях внутреннего сгорания. Повышение надежности машин применяемых в хлопководстве при ремонте эксплуатации // Сб. научн. труд. ТИИИМСХ. Ташкент, 1992, с. 25-26.
38. Ихтиёрова Г., Имомов Ш., Ихтиёрова М., Саидов Ф. Меры предосторожности работы с биогазовыми установками // «Замонавий илғор инновацион технологиялар» Республика илмий

- амалий анжумани мақолалар тўплами. – Бухоро: ЮТМТИ, 2012. – Б.219-221.
39. Имомов Ш., Усмонов К., Барлибоев Ш. Биогазни ишлаб чиқариш учун хомашё базаси. Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий Муаммолари // XV ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий-амалий анжуманмақолалар тўплами, 15–16 апрель 2016, Тошкент. –Б. 108–111.
 40. Имомов Ш., Пискентбоев И., Жўраев И. Қишлоқ хўжалигини энергия билан таминлаш муаммолари ҳақида // Агроинженерия таълим, Фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси мавзусидаги Республика илмий-амалий конференцияси. Тошкент: ДАУ, 2007. –Б.188–189.
 41. Имомов Ш., Усмонов К., Имомова Н. Создание биогазовой установки с дополнительным источником тепла // «Қишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқариши учун юқори малакали кадрлар тайёрлаш муаммолари» Республика илмий-амалий анжумани маърузалар тўплами, Тошкент: ТИМИ, 2009. –Б.142–145.
 42. Имомов Ш., Марупов И., Шодиев Э. Биологик газ олиш технологияси ва ундан фойдаланиш // «Қишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқариши учун юқори малакали кадрлар тайёрлаш муаммолари» Республика илмий-амалий анжумани маърузалар тўплами, Тошкент: ТИМИ, 2009. – Б.140–142.
 43. Имомов Ш., Усмонов К., Шодиев Э. Проблема утилизации отходов птицеводства // «Қишлоқ хўжалигида техника ва технологиялар сервисини ривожлантириш истиқболлари» Республика илмий-техник конференцияси илмий мақолалар тўплами, Қарши: ҚМИИ, 2010. –Б.27–29.
 44. Имомов Ш., Джураева С., Жураев А. Органик чиқиндиларга анаэроб ишлов бериш // «Инновацион технологияларга асосланган кичик бизнес ва хусусий тадбиркорликни ривожлантириш ечими» Республика илмий-техник конференцияси илмий мақолалар тўплами, Бухоро: ООваЕСТИ, 2011. –Б.213–215.
 45. Имомов Ш., Эргашов З., Шодиев Э. Чиқиндилардан муқобил ёнилғи олиш «Инновацион технологияларга асосланган кичик бизнес ва хусусий тадбиркорликни ривожлантириш ечими» Республика илмий-техник конференцияси илмий мақолалар тўплами, Бухоро: ООваЕСТИ, 2011. –Б.128-130.
 46. Имомов Ш., Худойбердиев А., Эргашов З. Табиатни органик чиқиндилардан асраш // Тарих тафаккури «Мустаҳкам оила йили»га бағишланган Республика тарихчи олимлари ва тадқиқотчиларининг илмий ишлар тўплами (IY китоб), Бухоро, 2012. –Б.101–103.
 47. Salimov O., Rudobashta S., Marupov I., Imomov Sh. To use biogas full in the engine for decisionevizion mental problems // First announcement and combustions symposium, 1993, Istambul Technical T Jniversity and T. Thmdac. –P. 19–21.

48. Имомов Ш., Рахматов Б. Экспериментальные исследования процесса метанового сбраживания навоза КРС в метантенках со встроенным выдерживателем. М.: Деп.науч.раб. ЦНИИТЭИ тракторсельхозмаш, 1988.
49. Имомов Ш. Органик чиқиндилардан биогаз олиш технологияси // Ёш олимлар ва талабаларнинг «XXI аср – интеллектуал авлод асри» шиори остида худудий (Бухоро, Навои, Самарқанд) илмий-малий анжуман, 2013.
50. Имомов Ш. Возобновляемые источники энергии – БИОГАЗ // UNESCO курс лекций летней школы по возобновляемым источникам энергии АН РУз НПО «Физика-Солнце», Физико-технический институт. Институт Материаловедения, 2007. 283 б.
51. Имомов Ш., Усмонов К.Э., Соткулов А. Биогаз ҳақида: «Қишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқариши учун юқори малакали кадрлар тайёрлаш муаммолари» Республика илмий-амалий анжумани маърузалар тўплами. – Тошкент: ТИМИ, 2009. –Б.199–201.
52. Джураева С., Соткулов А., Эшонқулов С., Машарипов У., Турсунов О. Органик чиқиндилардан биологик газ олиш // «Инновацион технологияларга асосланган кичик бизнес ва хусусий тадбиркорликни ривожлантириш ечими» Республика илмий–техник конференцияси илмий мақолалар тўплами. – Бухоро: ООваЕСТИ,2011. – Б.213–215.
53. Имомов Ш., Усмонов К. Источники альтернативной энергии на основе органики // «Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари» 4 анаъанавий илмий-амалий анжуман мақолалар тўплами. 2-қисм. Тошкент, 2015. 117–119 б.
54. Имомов Ш. Органик чиқиндилардан чиқадиган захарли газлар // «Сув ва ер ресурсларидан фойдаланишнинг экологик жиҳатлари», Республика илмий-техник анжумани материаллари тўплами. Бухоро, 2015. –Б.121–123.

Автореферат “Тил ва адабиёт таълими” журнали таҳририятида
таҳрирдан ўтказилди (31.08.2017 йил)