И. АРАБАЕВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ

И. РАЗЗАКОВ АТЫНДАГЫ КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК ТЕХНИКАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИ

Д 05.21.640 ДИССЕРТАЦИЯЛЫК КЕҢЕШИ

Кол жазма укугунда

УДК 681.5: 66.012

БАЙЖАРИКОВА МАРИНА АЙТМУХАНОВНА

БИОРЕАКТОРЛОРДОГУ ОРГАНИКАЛЫК КАЛДЫКТАРДЫ ҮЧ ЭТАПТУУ МЕТАНДЫК АЧЫТУУ ПРОЦЕССИН БАШКАРУУНУ АВТОМАТТАШТЫРУУ, ПАРАМЕТРЛЕРИН КОМПЬЮТЕРДИК КӨЗӨМӨЛДӨӨ

05.13.06 – Технологиялык процесстерди жана өндүрүштөрдү автоматташтыруу жана башкаруу (тармактар боюнча)

техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук
даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациясынын

АВТОРЕФЕРАТЫ

Бишкек - 2021

Диссертациялык иш И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университетинин Физика-математикалык билим берүү жана маалыматтык технологиялар факультетинин «Колдонмо информатика» кафедрасында аткарылган

Илимий жетекчиси: Бийбосунов Болотбек Ильясович, физика-математика илимдеринин доктору, техника илимдеринин доктору, профессор, И.Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университетинин «Колдонмо информатика» кафедрасынын башчысы

Расмий оппоненттер: Баймухамедов Малик Файзулович, техника илимдеринин доктору, профессор, академик З.Алдамжар атындагы Костанай социалдык-техникалык университетинин илим боюнча проректору, РК, Костанай ш.

Умбетов Умирбек Умбетович, техника илимдеринин доктору, профессор, Х.А.Ясави атындагы Эл аралык казак-түрк университетинин вице-президенти, РК, Туркестан ш.

Жетектөөчү мекеме: Агро инженерия илимий-өндүрүштүк борбору, «Энергия камсыз кылуу жана сан ариптик технологиялар» лабораториясы, Алма-Ата ш., Райымбек пр. 312

Диссертация 2021-жылдын 24-декабрында, саат 14.30да, И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университетинин жана И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин алдындагы техника илимдеринин доктору (кандидаты) илимий даражасын изденип алуу үчүн түзүлгөн Д 05.21.640 Диссертациялык кеңештин жыйынында корголот, дареги: 720026, Бишкек шаары, И. Раззаков көчөсү 51, И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университетинин илимий китепканасынын конференц залы.

Вебинар коду: https://vc.vak/b/05--wx6-gfx-qyw

Диссертация менен И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университетинин (дареги: 720026, Бишкек шаары, Раззаков көчөсү 51) жана И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин (дареги: 720044, Бишкек шаары, Айтматов проспектиси 66) илимий китепканаларынан жана КР ЖАКнын https://vak.kg сайтынан таанышса болот.

Автореферат 2021-жылдын 22-ноябрында таркатылды

Д 05.21.640 Диссертациялык кеңештин
окумуштуу катчысы,
т.и.д., доцент Курманбек уулу Т.

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертация темасынын актуалдуулугу.

Бүткүл дүйнөдө органикалык калдыктарды колдонуу тенденциясы өсүүдө: өнөр жай жана тиричилик, анткени ал биринчи кезекте экологиялык көйгөйлөрдү чечүүгө багытталган, бирок ошол эле учурда ал «жашыл» энергиянын түгөнгүс булагы катары кызмат кыла алат. Мал чарбачылыгынын органикалык калдыктарын анаэробдук ачытуу жолу менен биогаз жана биожер семирткичтерин алуу азыркы жана келечектеги биоэнергетикалык комплексти өнүктүрүүнүн негизги жолдорунун бири болуп саналат.

Учурда, рынок биогаз станциялары менен толтурулган, алар биогазды негизинен органикалык калдыктарды силос жасаган чуңкурларда бактериялар менен узак убакытка ачытуу жолу менен алышат, бул процессте автоматташтыруу аз колдонулат жана өндүрүштүн баасынын кымбаттыгы менен айырмаланат.

Биогаз технологиясын иштетүүдө инновациялык ыкмаларды колдонуу, анын ичинде субстратты үзгүлтүксүз бир убакта берүү жана чыгаруу, биореакторлордогу метанды этап-этабы менен ачытуу, технологияны орнотуунун арзандыгы жана бодо малдан чыкккан калдыктарды аз санда пайдалануу аркылуу биогазды (метанды) максималдуу көлөмдө чыгарууга жетишүү жана ачытуу убактысын кыскартууга мүмкүнчүлүк берет.

Заманбап автоматташтыруу каражаттарын жана биогаз станциясын башкаруунун автоматташтырылган системасын колдонуу биореакторлордогу метанды ачытуу процессин, ошондой эле белгиленген интервал аралыгындагы негизги параметрлерди жана алардын көйгөйсүз иштөөсүн көзөмөлдөөгө мүмкүндүк берет.

Ошентип, температуралык режимдин үч баскычында тынымсыз метан ачытуу менен мал калдыктарын майдалоонун жогорку даражасын пайдалануу аркылуу, оптималдуу параметрлерге мониторинг жүргүзүү жана контролдоо системасы бар, чакан көлөмдөгү, фермерлер үчүн жеткиликтүү баадагы биогаз станциясын өнүктүрүү актуалдуу маселе болуп саналат.

Диссертациялык иштин темасынын ири илимий программалар (долбоорлор), негизги илимий-изилдөө иштери менен байланышы. Диссертациялык ишти жүргүзүү демилгеси И.Арабаев атындагы КМУнун «Колдонмо информатика» кафедрасынын жана М. Х. Дулат атындагы ТарМУнин «Колдонмо математика жана программалоо» кафедрасынын илимий-изилдөө иштеринин жана чарбалык илимий-изилдөө иштеринин планына ылайык жүргүзүлдү. Диссертациянын негизги натыйжалары № 0117РКД0176 (2015-2017жж.) жана № 0119 РК Д0324 (2017-2019жж.) «Биореакторлор арасындагы органикалык калдыктарды метандык ферментациялоону башкарууну автоматташтыруу, параметрлерди компьютердик башкаруу» деген темадагы М. Х. Дулат атындагы ТарМУ жана "Акжар" дыйканчылык чарбасынын ортосунда түзүлгөн ИИИ аткарууда алынган.

Изилдөөнүн максаты.

Оптималдаштыруу жана башкаруу максатында биореакторлордогу үч этаптуу метандык ачытууну автоматташтыруу параметрлерин компьютердик моделдөө жана көзөмөлдөө.

Изилдөөнүн милдеттери:

- бактериялар менен органикалык калдыктарды метандык ачытуу процессинин интенсификациясына таасир этүүчү кинетикалык шарттарды жана алардын параметрлерин изилдөө: алгачкы гидролиздик ажыроосу; кычкылдуулугунун жогорулашы; уксус кислотасынын пайда болушу жана метандын пайда болушу;
- субстраттын тездетилген метандык ачытуусунда биогаздын максималдуу чыгышын камсыз кылуучу үч баскычтуу биогаз цехинде чийки затты кайра иштетүүчү түзүлүшүн жана аралаштыргыч-жылыткычы бар биореактордун долбоорлорун иштеп чыгуу;
- биореакторлордогу органикалык калдыктарды майдалоону, ысытууну, сырьену өлчөмү менен берип турууну жана процесстин ар бир этабында аралаштырууну өз ичине алган, үч этаптуу метандык ачытуусунун маалыматтык моделин түзүү жана аны математикалык баяндап жазуу;

- локалдык контурларды автоматтык жөнгө салуу системасын иштеп чыгуу: субстраттын майдалануу даражасын; температураны турукташтырууну жана жылытууну; биореакторлорго субстратты берүүнү жана аралаштырууну, ошондой эле TRACE MODE интеграцияланган чөйрөсүндө үч этаптуу биогаз түзүлүшүн автоматташтыруу жана башкаруу системаларын.

Иштин илимий жаңылыгы:

- биогаз түзүлүшүнүн үч баскычтуу биореакторлордун иштөөсүндөгү оптималдуу температуралык режимде майдаланган малдын кыгынан үзгүлтүксүз метандык ачытуу үчүн маалыматтык модель иштелип чыккан;

- негизделди: аралаштыргыч-жылыткычы бар биореактордун конструкциялык жана технологиялык схемасын тандоо; метандын өндүрүмдүүлүгүн жогорулатууга жана ачытуу убактысын кыскартууга таасир этүүнү контролдоо жана башкаруу негизги параметрлери;

- биогаз станциясын көзөмөлдөө жана башкаруу системасы үчүн оптималдуу иштөө параметрлерин аныктоого мүмкүндүк берүүчү, берилген субстраттын кавитация жана метан ачытуу процесстерин, процесстин ар бир баскычында ысытуу жана аралаштыруу процесстерин баяндаган жалпыланган математикалык модель иштелип чыкты;

- органикалык калдыктарды кайра иштетүү ыкмасын камсыз кылган үч этаптуу биогаз станциясын түзүүдөн турган приборлордун техникалык жаңылыгын тастыктаган патенттер алынган (РК №103153 патенти, 2016-ж. жана РК №5340 патенти, 2020 ж.);

- разработано программное обеспечение (ПО) автоматизации и системы контроля и управления параметрами: измельчения; нагрева; перемешивания; подачи и отбора субстрата на каждой ступени метанового сбраживания, подтвержденное авторским свидетельством РК № 11169 от 29.06.2020.

- параметрлерди башкаруу, автоматташтыруу жана көзөмөлдөө системалары үчүн программалык камсыздоо иштелип чыккан: майдалоо; жылытуу; аралаштыруу; метандык ачытуунун ар бир этабында субстратты тандоо жана аны менен камсыз кылуу Казакстан Республикасынын 29.06.2020-жылдагы №11169 автордук күбөлүгү менен тастыкталган.

Алынган натыйжалардын практикалык мааниси:

- биогаз технологиясы жана метандык ачытууну автоматтык башкаруу системасы боюнча жаңы илимий эксперименттерди жүргүзүү жана тестирлөө үчүн иштелип чыккан "Башкаруу системасын автоматташтыруу" аппараттык-программалык комплекси жана чийки заттарды кайра иштетүү түзүлүшүнүн программалык жыйындысы;

- фермердик чарбаларга таштандыларды утилизациялоого, электр энергиясы, жаратылыш газы жана кыртыштын асылдуулугун калыбына келтирүү үчүн экологиялык жактан таза органикалык жер семирткичтер менен камсыз кылууга мүмкүндүк берүүчү чакан жана баасы жагынан жеткиликтүү биогаз станциясынын модели.

Алынган натыйжалардын экономикалык мааниси:

- биогаз станциясынын мезофилдик жана термофилдик баскычтарында субстраттын өзүнчө метандык ачытуусу метан менен бирге баалуу нейтралдаштырылган биожер семирткичти алууга мүмкүндүк берет;

- чарбаларда биогаз технологиясын жана биогаз станциясын колдонуудан алынган экономикалык эффект жылына болжол менен 1230000 сомду түзөт.

Коргоо үчүн берилген диссертациянын негизги жоболору:

- биогаздын өндүрүмдүүлүгүн жогорулатуу эффективдүүлүгүн жана метандык ачытуу мөөнөтүнүн узактыгын тездетүү негизги критерийлерине ылайык мал кыгын нымдуу суспензияны майдалоонун, гомогенизациялоонун жана диспергациялоонун иштөө режимин оптималдаштыруу боюнча иш-чаралардын комплекси;

- кавитациялык бузулууга, майдалоого жана гомогендештирүүгө, ошондой эле биореакторлордо ферменттелген субстраттын бөлүктөрүндө ысытууга, аралаштырууга жана бөлүтөп берүүгө дуушар болгон субстраттын үч баскычтуу метандык ачытуунун математикалык модели;

- биореактордо ачытуу үчүн субстратты майдалоону, температуралык режимди, аралаштырууну, берүүнү жана жүктөө дозасын тандоону көзөмөлдөө жана башкарууну автоматташтыруу алгоритмдери;

- биогаз түзүлүшүнүн түйүндөрүн башкаруунун автоматташтырылган системасын симуляциялоо: кавитациялык деструкция жана субстраттын үч этаптуу метандык ачытуусун TRACE MODE ИС прикладдык программалык камсыздоосу менен адистештирилген электрондук программалануучу логикалык көзөмөлдөөнүн негизинде иштейт.

Изилденүүчүнүн жеке салымы. Коргоо үчүн берилген диссертациянын негизги жоболору жана натыйжалары автор тарабынан өз алдынча алынган. Диссертацияда келтирилген илимий-практикалык жыйынтыктар, ошондой эле аларды анализдөө, жыйынтыктоочу корутундулар жана натыйжаларды «Акжар», «ИП Күнім» дыйкан чарбаларында, «Ак-Мол» АӨКда ишке ашыруу автор тарабынан жеке ишке ашырылган.

Изилдөө натыйжаларын апробациялоо. Алынган натыйжалар төмөнкү илимий семинарларда жана конференцияларда талкууланган:

- «Технологияны жана технологияны өнүктүрүүнүн актуалдуу көйгөйлөрү» Эл аралык конференциялары (Бишкек, Кыргызстан), 2015, 2016, 2017, 2019, 2021-ж.

- Эл аралык конференциялар «Илим бүгүн, реалдуулук жана келечек» (Вологда, Россия) 2018, 2019-ж.

- Студенттердин, магистранттардын жана жаш окумуштуулардын эл аралык илимий-техникалык конференциясы (Уст-Каменогорск, Казакстан) 2021-ж.

Диссертациянын жыйынтыктарынын басылмаларда жарыяланышынын толуктугу.

Диссертациялык иштин темасы боюнча 31 илимий эмгек жарык көргөн, анын ичинен 2 Казакстан Республикасынын патенти, Казакстан Республикасынын бир күбөлүгү жана 16 КР УАК тарабынан сунушталган басылмаларда.

Диссертациянын түзүмү жана көлөмү. Диссертациялык иш киришүүдөн, 3 бөлүмдөн жана тиркемелерден турат. Диссертациялык иштин толук көлөмү 144 бет, анын ичинде 63 сүрөт, 25 таблица, 5 тиркеме. Колдонулган адабияттардын тизмеси 135 аталыштан турат.

ИШТИН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Киришүүдө изилденүүчү маселенин актуалдуулугун негиздеп, изилдөөнүн максатын, милдеттерин, илимий жаңылыгын, алынган натыйжалардын практикалык баалуулугун формулировкаланган. Диссертациялык иштин апробацияланышы жана алардын мамлекеттик илимий-техникалык программалар менен болгон байланышы жөнүндө маалымат берилип, жарык көргөн басылмалардын саны жөнүндө маалымат келтирилген.

Биринчи глава «Биогаз технологиясында мал чарбасынын калдыктарын анаэробдук (метандык) ачытууну көзөмөлдөө жана башкаруу системасынын негизги параметрлерин жана адабияттарды кароо» деп аталып, адабияттарга анализ жасоого арналган. Ата мекендик жана чет элдик окумуштуулар Chen J.R., Hashimoto A.G., Панцхав Е.С., Ковалев А.А., Осмонов О.М., Калюжный С.В., Друзынова В.П., Бийбосунов Б.И., Тлебаев М.Б., Вачагин Е.К., Токмолдаев А.Б., Сидыганов Ю.Н. жана башкалардын эмгектерин изилдөө аркылуу, биогаз негизинен өнөр жайлык масштабда ири биогаз станцияларында алынаарын белгилешкен, алар баштапкы баасынын кымбаттыгы, силосттук ачытуу процессинин узакка созулушу, калдыктардын жана биомассанын суткалык керектелүүсүнүн көп болушу, параметрлерди көзөмөлдөөнүн татаалдыгы, узак мөөнөттө өзүн-өзү актоосу менен айырмаланып, ар бир чарбанын мүмкүнчүлүгү жете бербестиги аныкталды.

Метандын жана биожер семирткичтин үч этаптуу өндүрүшүн пайдалануунун натыйжалуулугуна аналитикалык анализ жасалып жана биореакторлордогу бардык этаптарда метанды ачытуу процессинин параметрлерин автоматташтыруунун жана көзөмөлдөөнүн учурдагы абалына талдоо жүргүзүлдү. Биогаз станциясынын негизги агрегаттары болуп

төмөнкүлөр экендиги аныкталды: малдын төшөлчү кыгын бурама жана кавитациялык майдалоо - түйүнү; биореакторлордогу үч этаптуу метанды ачытуу процесси - түйүнү.

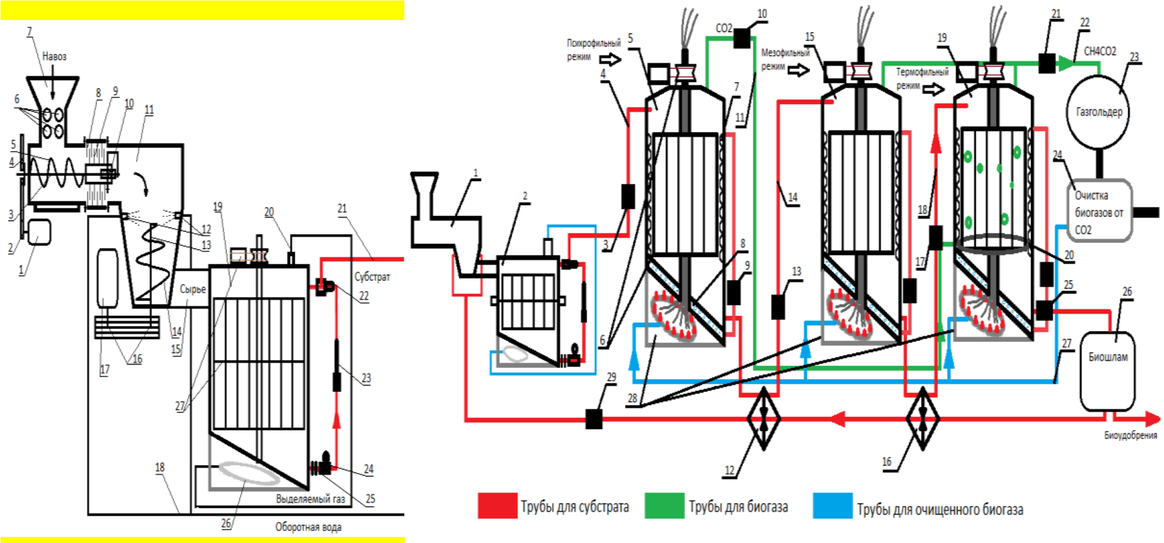
Биогаз станциясы төмөнкү параметрлерди турукташтыруу менен стабилдүү режимде иштеп жаткандыгы аныкталган: - бардык баскыч этаптарындагы температуралык шарттар; - майдаланган жүктөө дозасын бардык биореактордогу бөлүктөргө бөлүп берүү жана бир эле учурда жүктөө дозасынын ошол эле бөлүгүн өлчөп алат; - ферментациялоочу чөйрөнүн оптималдуу аралашуусун камсыздоо, бул биореактордогу субстраттын жаңы бөлүгү менен калган бөлүгүн жөн гана аралаштырбастан, тез калыбына келтирүүнү камсыз кылган. оптималдуу температураны жөнгө салат.

Түзүлгөн максаттуу функциялардын жана негизги параметрлердин негизинде маселелердин берилиши формулировкаланган, аларды чечүү жогорку эффективдүү чакан үч баскычтуу биогаз станциясын, башкаруунун автоматташтырылган системасынын контурларынын математикалык моделдерин иштеп чыгууга багытталган, көзөмөлдөө жана параметрлерди башкаруу системасы үчүн биогаз станциясынын негизги агрегаттары жана оптималдуу иштөө мүнөздөмөлөрү табылган.

Экинчи глава «Биореактордогу субстраттын метандык ачытуу үч этаптуу процессин математикалык жана компьютердик изилдөө» деп аталып, биогаз технологияларынын негиздери жана математикалык жана компьютердик моделдөөнүн методдору, ошондой эле изилдөөнүн объектиси жана изилдөө предмети аныкталган.

Изилдөөлөр көрсөткөндөй, биогаздагы метандын курамына биринчи кезекте чийки заттын курамы таасир этет. Мисалы, силостук калдыктардагы жүлөрүнүн жана самандын болушу метандын өндүрүмдүүлүгүн болжол менен 14%дан 30%га чейин бир кыйла жогорулатат. Мында чарбалардан чыккан таштандыларды, саманды, жүгөрү силосун пайдалануу аларды талаага өрттөп, иштеткенге караганда натыйжалуураак. Биогаз технологиясындагы негизги компоненттер биореакторлор жана аны ачытуу үчүн чийки зат экени аныкталды, аларды 30 мм бурагычта майдалагандан кийин, кавитациялык диспергатордо 50 микронго чейин майдалоо максатка ылайыктуу. Чийки заттын түрүнө жараша pH мааниси 6,5тен 8,5ке чейин өзгөрүп турат. pH мааниси 6,5тен төмөн түшкөндө, метан бактерияларынын активдүүлүгү жоголот, андан кийин биогаз технологиялары боюнча, мында CO2 биринчи этапта бөлүнүп, үчүнчү стадияга көбүккө жөнөтүү сунушталат. Ошондой эле метан ферментациясын эки этапта өзүнчө жүргүзүү максатка ылайыктуу: оптималдуу температура 37 C^0 мезафилдик режим жана термофильдик режим 52 C^0, анткени экинчи этаптагы чыгууда ачытылган субстрат жер семирткичке мүнөздүү микроэлементтерди камтыйт.

Биринчи главадагы анализдөөнүн жана талдоолордун натыйжаларында, ошондой эле жүргүзүлгөн эсептөөлөр боюнча үч этаптуу биогаз түзүлүшү долбоорлонгон. Метанды ачытуу оптималдуу температуралык шарттарда жана негизги параметрлердин башка оптималдуу маанилеринде үч этапта жүргүзүлөт. Үч этаптуу биогаз түзүлүшүндөгү чийки затты даярдоо жана метанды ачытуу агрегаттарынын технологиялык схемасы 1-сүрөттө көрсөтүлгөн.



1.

Сүрөт 1. Үч этаптуу биогаз түзүлүшүндөгү чийки затты даярдоо жана метанды ачытуу агрегаттарынын технологиялык схемасы

1 - малдын кыгын суу менен кесек майдалоо үчүн шнек, 2 - чийки затты майдалоо үчүн идиш, 3 – 1чи биореакторго субстрат берүү үчүн насос, 4, 8, 11, 15, 19, 24 – диаметри 57 мм түтүк, 5 – психрофилдик ачытуу биореактору, 6 - автоматтык аралаштыргыч, 7 - биогазды биринчи баскычтан үчүнчү баскычка берүү үчүн насос, 9,13 - жылуулук алмаштыргычтар, 10 - субстратты 1чи биореактордон 2чи мезофилдик абалга 12ге берүү үчүн насос, 14 - субстратты 2чи биореактордон 3чү термофилдик абалдагы 16га берүү үчүн насос, 17- CO2 берүү үчүн сфералык формадагы түтүк, 18- газ сактагычка биогазды сордуруу үчүн компрессор, 20-газ сактагыч, 21- биогазды тазалоо үчүн резервуар, 22 – 3чү биореактордон биожер семирткичтерди сордуруу үчүн насос, 23 - биожер семирткичтерди сактоо үчүн резервуар, 25 - биореакторлорду жылытуу үчүн оттуктар, 26 - кык менен аралаштыруу үчүн циркуляциялык суюк кирди (шламды) сордуруу үчүн насос.

Изилдөө объектисинин баяндалышы.

Агрегатта кесек жана майда майдалоо процесси төмөнкү тартипте жүрөт (1-сүрөттү кара). Саман менен аралаш кыкты кесек майдалоо үчүн шнекти сепаратордун кабыл алуучу бункерине берилет, ал роликтер аркылуу майдаланат жана андан кийин шнекти майдалагычка 5 жана бычак майдалагычка 8,9 берилет, андан кийин аралаштыргыч камерага 11 берилет, мында айланма суу да кирет. Шлам жана суу канондук аралаштыргыч бурамасы 14 аркылуу аралаштырылат, андан кийин түшүрүү терезеси 15 аркылуу чийки зат тартылуу күчү менен аралаштыргыч резервуарга 19 агат, анда ал жылытылат жана аралаштыргыч менен аралашат жана чийки заттын кавитациялык деструктурасы пайда болот. мацераторду 24, гетероттордук насосту 23 жана дисперсерди 23 колдонуу субстрат бирдей консистенцияга жеткенге чейин цикл дозаны бербейт.

Андан кийин насос 21 аркылуу майдаланган бир тектүү аралашма - субстрат жылуулук алмаштыргычка, андан кийин 23 С температурада метанды сиңирүү үчүн психофилдик биореакторго берилет.

Агрегатта метанды сиңирүү процесси төмөнкүдөй тартипте жүрөт. Психрофиль режиминдеги 5 биореактордо субстрат 11 күн бою субстраттын дозасы менен күн сайын куюлат, анаэробдук ачытуу процессинде CO2 менен байытылган 5 биогазда 7 насос менен биореактордогу бар-ботажга - термофилдик режим 16 берилет. 12 доза кабыл алынганда, бир доза төмөнкү бөлүгүнөн 5 алынып, жылуулук алмаштыргыч 13 аркылуу өтөт жана насостун 15 жардамы менен биореакторго - мезофилдик режимге 12 ачытуу үчүн берилет. Күн сайын дозаларды берүү процесси 9 эсеге чейин созулат, мында пайда болгон биогаз компрессор 21

аркылуу газ кармагычка 23 алынат. 20 күндөн кийин берүү насосу 14 бир дозаны алат, ал жылуулук алмаштыргычтан 13 өтүп, азыктанат. биореакторго 16. Дозаларды берүү процесси күн сайын 8 эсеге чейин уланат. Бөлүнгөн биогаз компрессордун 18 жардамы менен газ кармагычка 20 чыгарылат жана 21 тазалоодон кийин биогаз керектөөчүгө 24 жана биореакторлорду жылытуу үчүн 11,17,20 жөнөтүлөт.

8 күндөн кийин жана үч этаптуу биогаз станциясы үзгүлтүксүз процесске киргенден кийин, бир порция күн сайын 5те берилип, 5тен алынып, андан кийин 12ге, андан кийин 12ден 16га чейин берилет, андан кийин насостун жардамы менен 26 биолайт алынат. 16.

23-сепаратордо биологиялык лай катуу жана суюк жер семирткичтерге бөлүнөт. Андан кийин жылуулук алмаштыргычтар 9, 13 өтөт, алар субстратты 5 жана 12ден ысытат жана винтке берилет 1. Үч биореакторд субстратты оптималдуу температурага чейин жылытуу пайда болгон биогаздын жардамы менен оттуктар аркылуу 25. Аралаштыруу көмөктөшөт. субстратты жылытуу жана температуранын жана кычкылдуулуктун бирдей бөлүштүрүлүшү, ошондой эле ачытуу аралашмасынын бетиндеги кабыкты талкалайт.

Биореактордогу метанды сиңирүүнүн үч этаптуу процесси математикалык сыпаттаманын татаалдыгы менен айырмаланат, ал тирүү биомассанын ар бир фазасы ар түрдүү химиялык теңдемелер менен сүрөттөлгөндүгүндө турат. Анын ар бир фазасында бир эле учурда бир нече түрдүү реакциялар болот. Ошондуктан, чийки заттардын ар кандай түрлөрүн колдонууда эксперименталдык изилдөөлөр жана сунушталган параметрлери 50% га чейин баалуулуктардын диапазону бар. Ушуга байланыштуу диссертациялык иште биореакторлордо малдын экскременттеринин мисалында майдалоо жана метан сиңирүү жолу менен чийки затты даярдоонун этаптуу процессинин математикалык сүрөттөлүшү сунушталган, бул ар бир этапта жана ар бир этаптагы параметрлердин байланышын аныктоого мүмкүндүк берет. бир циклде; тездетуунун жана эффективдуулуктун критерийлери боюнча этаптын конструктордук параметрлерин негиздоо.

Таштандыларды майдалоо, чачуу жана гомогонизациялоо процессинин математикалык моделинин сүрөттөлүшү. Чыгармада орой жана майда майдалоо процессин сүрөттөгөн функцияны табуу үчүн окумуштуулар М.Б.Тлебаев жана Б.И.Бийбосунов, З.К.Айтбаева менен биргеликте автор тарабынан табылган жакындатуу ыкмасын колдондук.

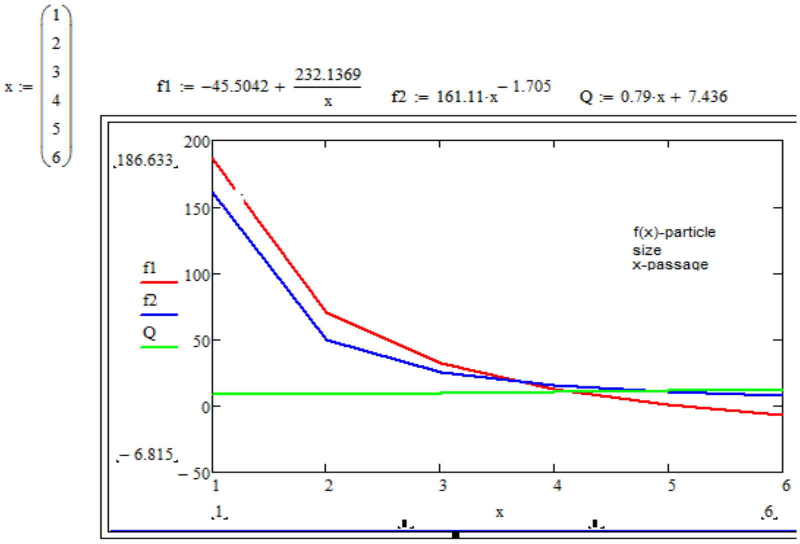
$$y = -45.5042 + \frac{232.1369}{x}, \tag{1}$$

мында x - өтүүлөрдүн саны, ал эми y - x-чи өтүүдөн кийинки майдаланган аралашманын бөлүкчөлөрүнүн өлчөмү.

Бирок, бул функция (1) майдалоо процессин x <= 4ке чейин же 14 микрондо майдалоого чейин туура эсептейт. Андан ары эсептөөлөр жакындатуу каталарын көрсөтүп, алар туура эмес болуп калат. Демек, биз чийки затты кайра иштетүү процессинин теңдемелерин артыкчылыктуу параметрлер боюнча (кайра иштетүү убактысы жана жүктөө көлөмү) колдонобуз, андан кийин бир өтүүдө аткарылуучу циклдердин саны төмөнкүчө аныкталат:

$$\begin{cases} T_{об} = \dfrac{475 \cdot V}{L + 45.5042}, x \le 4 (x \ge 18\, мкн) \\ T_{об} = \left(\dfrac{543.67 \cdot V_{об}^{\ 1.705}}{L} \right)^{0.59}, x > 4 (x < 18\, мкн) \end{cases} \tag{2}$$

Натыйжадагы теңдемелер системасын Mathcad программасында түзөлү, 2-сүрөт.



Сүрөт 2. Теңдемелер системасы

Эсептөө натыйжалары майдалоо параметринин метандын түшүмүнө тийгизген таасирин көрсөтөт, бул биореакторлордо микроорганизмдер тарабынан метан ачытуу жолу менен субстратты иштетүүнүн натыйжалуулугуна түздөн-түз көз каранды.

Метанды сиңирүүнүн үч этаптагы математикалык моделинин сүрөттөлүшү автор тарабынан окумуштуулар М.Б.Тлебаев жана Б.И.Бийбосунов менен биргелешкен эмгектеринде кеңири берилген.

Инженердик эсептөөлөр үчүн бир катар органикалык калдыктардын анаэробдук сиңирүү процессинин математикалык сүрөттөлүшү үчүн колдонулган Конто модели чоң кызыгууну туудурат. Ал эми биогазды чыгаруунун ылдамдыгын (SRB) аныктоо үчүн биз Чен менен Хашимото теңдемесин алабыз, Конто модификацияланган модели:

$$v = \frac{B_0 \cdot S}{\tau} \cdot \left(1 - \frac{K}{\mu_m \cdot \tau - 1 + K}\right), \tag{3}$$

мында: v - СВБ; B_0 - биогаздын максималдуу чыгышы; S – субстраттын концентрациясы; τ - субстрат ачытуунун узактыгы; K – кинетикалык параметр; μ_m - биомассанын максималдуу өзгөчө өсүү темпи (MSR).

МСР - μ_m субстраттын ачытуу температурасына жараша болот жана төмөнкү формула менен эсептелет:

$$\mu_m = 0.013 \cdot t - 0.129\, сут^{-1}, \tag{4}$$

мында, t - ачытуу температурасы, ^{0}С. Биздин биогаз станциябыз үчүн интервалдарда ачытуунун үч режими кабыл алынган: психофилдик -18-25^{0}С; мезофилдик - 25-40^{0}С; термофилдүү - 40-55^{0}С.

Келгиле, ар кандай температуралык режимдер үчүн психофилдик 0,586, мезофилдик 0,391 жана термофилдик 0,196 үчүн МСР маанилерин эсептеп көрөлү. Кинетикалык параметр (К) Хашимото жана башкалар тарабынан сунушталган эмпирикалык теңдемеден аныкталат.

$$K = 0.6 + 0.0206 e^{(0.051 \cdot S)} \tag{5}$$

К аныктоо үчүн субстраттын концентрациясы (S) керек. S кыктын курамына көз каранды жана биомассадагы кургак органикалык заттардын курамы менен аныкталат:

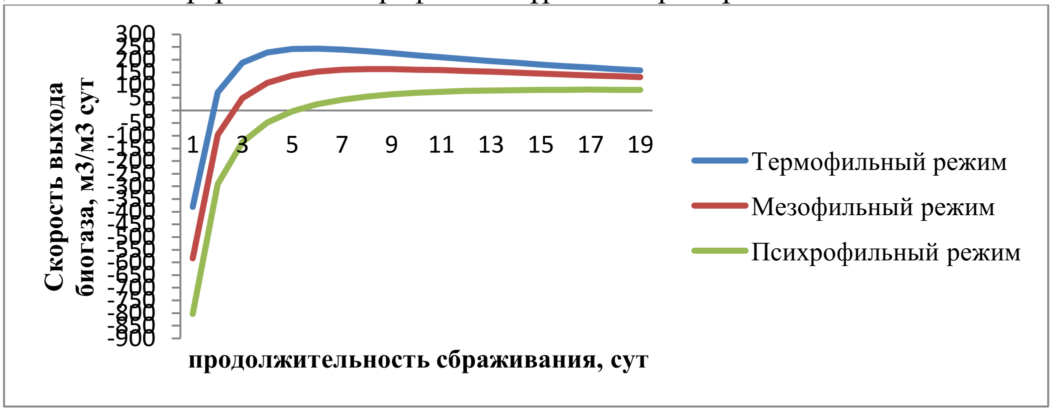
$$S = \rho(100 - W)(100 - A)10^{-4} \tag{6}$$

мында, A - кыктын кургак заттарынын күлдүүлүгү,%; W – биореактордогу биомассанын нымдуулугу,%; ρ - биомассанын тыгыздыгы катыш менен аныкталат:

$$\rho = W\rho_в + (1 - W)\rho_{тв}, \qquad (7)$$

мында, $\rho_в$=1000 кг/м^3 - суунун тыгыздыгы, $\rho_{тв}$=1400 кг/м^3 - кыктын кургак (катуу) затынын тыгыздыгы, W = 88% - биомассанын нымдуулугу. (7) формула боюнча $\rho = 1048кг/м^3$ - био-масса тыгыздыгы. (6) формула боюнча табабыз: S = 106,896, К = 5,402957129, формула (5) боюнча аныктайбыз.

1-таблицага ылайык түзүлгөн SRB графиги 3-сүрөттө көрсөтүлгөн.



Сүрөт 3. Биогазды чыгаруу графиги

Таблица 1 ачытуу узактыгына жараша үч температуралык шарттарда SRB маанилерин көрсөтөт:

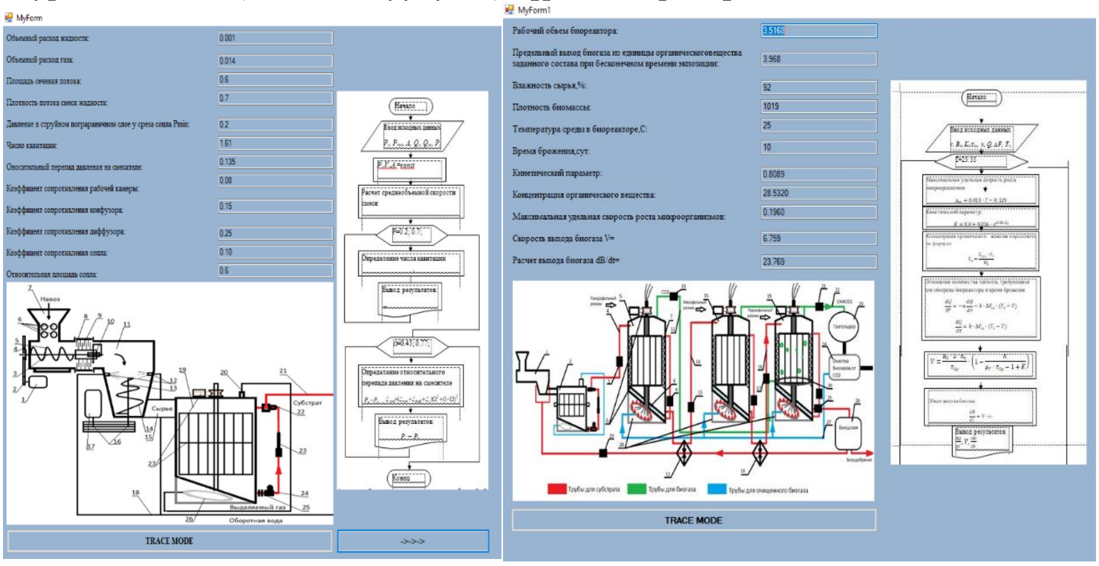
Таблица 1. Үч температуралык шартта SRB маанилери

Скорость выхода метана при 55^{0}С	Скорость выхода метана при 40^{0}С	Скорость выхода метана при 25^{0}С
-381,4349458	-583,9196047	-803,5753342
70,90662741	-96,62983502	-291,4196049
188,5079515	47,53738988	-126,480051
228,9081401	108,6165752	-47,85320291
241,9569318	138,0847386	-3,415615536
243,4004095	152,7872275	24,16786594
239,4978034	159,7482408	42,29860506
233,0887032	162,3533937	54,65681313
225,5709151	162,3988989	63,27174756
217,6675377	160,9041918	69,34931024
209,7620259	158,4769141	73,64788284
202,0577237	155,4925909	76,66599182
194,6589033	152,1895315	78,74317175
187,6140257	148,7218179	80,11746105
180,9397381	145,1902486	80,95979284
174,6345812	141,6610865	81,39540755
168,686992	138,1777712	81,51764483
163,0800437	134,7684257	81,39708875
157,7942747	131,4507739	81,08778614

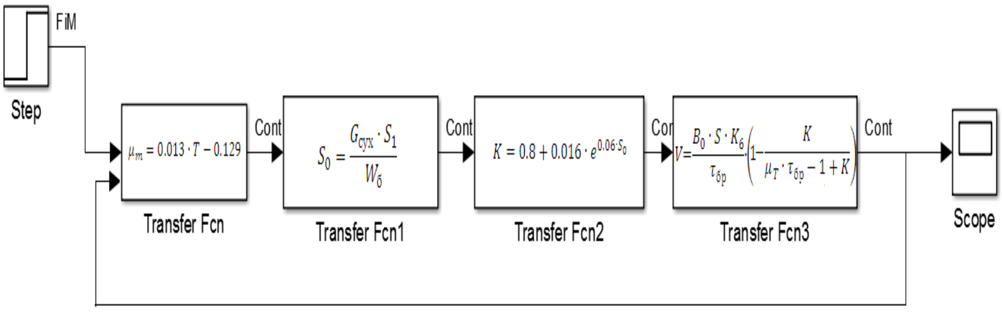
Биогаз станциясын долбоорлоо боюнча конструктивдүү чечимдер метандын концентрациясынын маанилерин, үлгү алынган агымдын агымынын ылдамдыгын жана малдын экскременттерин метанды сиңирүү процессинин бардык этаптарында температураны аныктоо үчүн чечүүчү мааниге ээ. fig. 3-бетте, термофилдик режимде биогаздын чыгышынын көлөмү (CVB) 2-күнү, мезофильдик режим менен 3-күнү тездетилет, ал эми психофилдик режимде биогаздын чыгышы 2-күнү ылдамдалат. 5-күн. Демек, 1 биореактордо субстраттын көлөмү жана порцияларынын саны 11ге чейин, 2 биореактордо 9га жана үчүнчү биореактордо 8ге чейин көбөйөт.

Математикалык моделдөө методу менен тыгындуу реактордо химиялык реакциянын жүрүшүнүн мыйзам ченемдүүлүктөрүн изилдөө төмөнкүлөрдөн турган: - биореакторлордо метандын концентрациясынын контакттык убакыттан жана температурадан өзгөрүшү; - бактериялар тарабынан субстраттын контакт убактысынын ар бир баскычында аралык продуктыларга айлануу даражасында; - технологиялык процесстин бардык этаптарында температураны турукташтырууда. Эсептөө алгоритми төмөнкү этаптардан турат: биореактордо биомассаны анаэробдук сиңирүү процессинин математикалык модели боюнча биореактордон MCP, SRB, CVB эсептөө, 4-сүрөт.

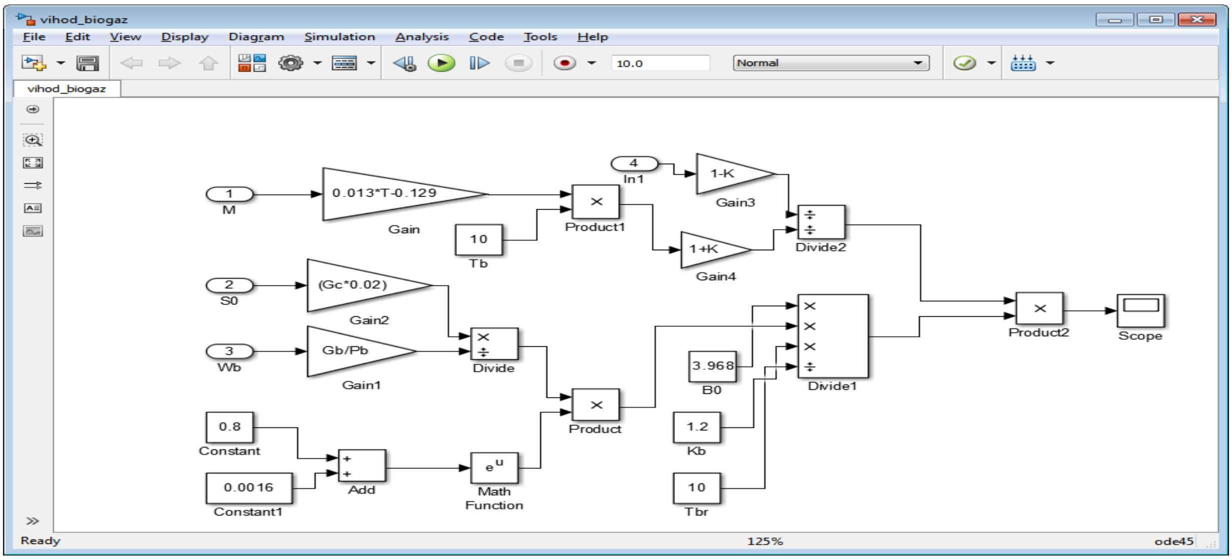
Simulink MatLab тиркеме пакетинде мал кыгын метан ферментациялоо процессинин диаграммасы 5-сүрөттө жана 6-сүрөттө, микроорганизмдердин өзгөчө өсүшүнүн температурадан көз карандылыгы 7-сүрөттө жана биогаздын суткалык түшүмүнүн көз карандылыгы көрсөтүлгөн. жана реактордон чыккан метан ферментация процессинин температурасы боюнча (92% нымдуулукта) сүрөттө көрсөтүлгөн. сегиз.



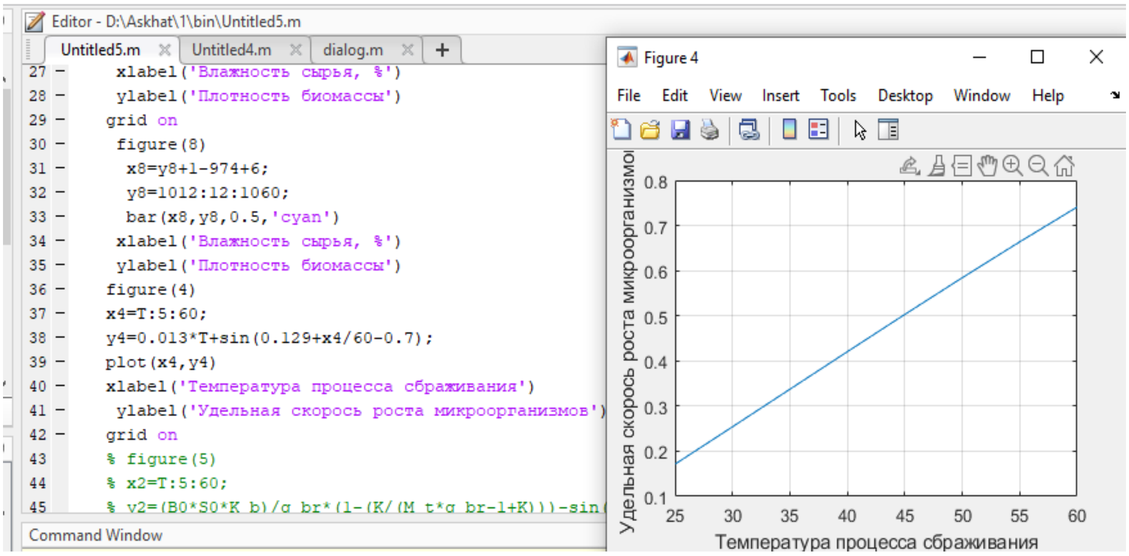
Сүрөт 4. Кавитациянын санынан жана MSR, SRB жана CVB маанилеринен ферменттелген субстраттагы катуу бөлүкчөлөрдүн майдалануу даражасынын маанилери



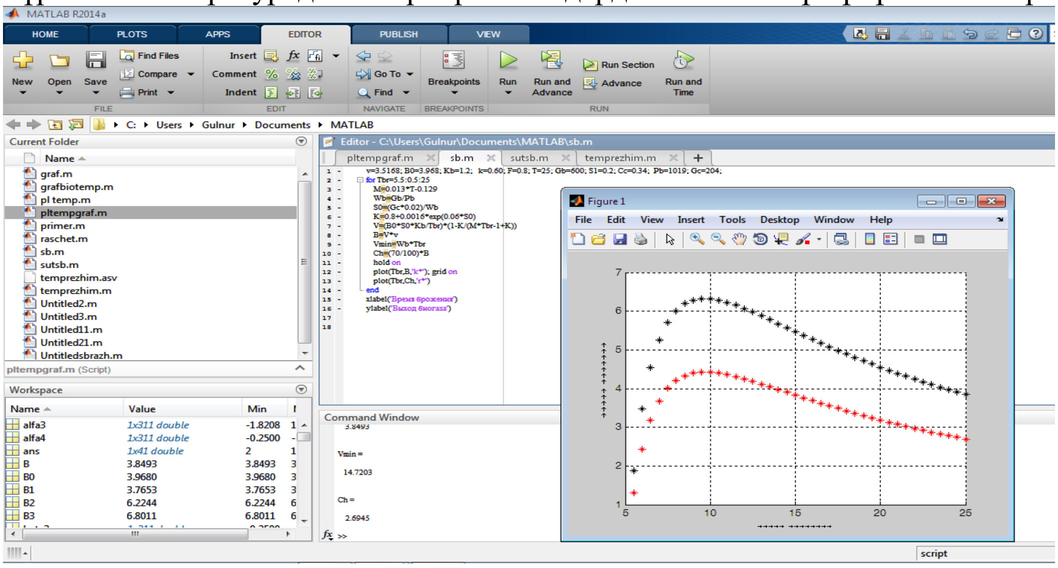
Сүрөт 5. SimulinkMatLab интерфейсиндеги биомассаны сиңирүү процессинин диаграммасы.



Сүрөт 6. MatLab чөйрөсүндө биомассаны ачытуу процессинин моделинин диаграммасы.



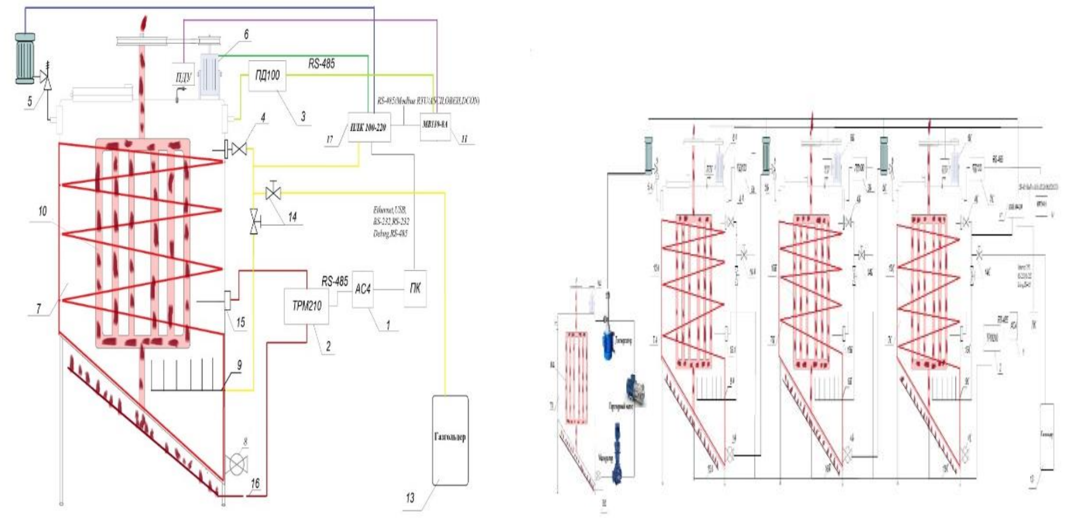
Сүрөт 7. Температурадан микроорганизмдердин өзгөчө өсүшүнүн маанилери



Сүрөт 8. Реактордон алынган биогаздын жана метандын суткалык чыгышынын ферментация процессинин температурасына (92% нымдуулукта) көз карандылыгы.

Чийки заттын нымдуулугу 92%, температура 25°С, ачытуу убактысы 10 күн, 37°С температурада, ачытуу убактысында мал кыгын ачытуу алгоритминин эсептөөлөрүнүн жыйынтыгы боюнча. 9 күн, температура 52°С, ачытуу убактысы 8 күн Төмөнкү натыйжалар алынды: микроорганизмдердин өсүшү - 0,1960 күн, - биомассанын тыгыздыгы - 1019, - органикалык заттардын концентрациясы - 28,5320 кг/м^3, - бодо малдын кыгы үчүн кинетикалык параметр - 0,8089, - биогазды чыгаруу нормасы - 6,7589; - биореактордон чыккан биогаздын көлөмү - 37,8498 м^3, - биореактордон чыккан метандын көлөмү - 26,4948 м^3.

Учунчу главада процесстин параметрлерин автоматташтыруу жана контролдоо системасынын технологиялык схемалары жана программалык камсыздоолору иштелип чыккан: шнекти жана кавитациялык жабдууларда сырьену одоно жана майда майдалоонун даражасы; субстраттын жүктөө дозасын берүү жана тандоо жана биореакторлордо анын деңгээлин турукташтыруу; биогаз станциясынын бардык этаптарынын интервалдарында температуралык режимди турукташтыруу (9-сүрөттү караңыз).



Сүрөт 9. Параметрлери бар биореакторду жана бүтүндөй установканы башкарууну автоматташтыруунун технологиялык схемасы: субстратты берүү жана тандоо, аралаштыруу жана температураны турукташтыруу.

Сүрөт 9 - белгиленген: 1. USB/RS-485 ОВЕН АС4 интерфейстеринин автоматтык конвертери; 2. PID-регулятор ОВЕН ТРМ210 өлчөөчү прибор Щ2; 3 калкан корпусунда; 3. Трансформатор жалпы өнөр жай ОВЕН ПД100-ДИ0. 06-811-2.5; 4. Соленоиддик клапан; 5. Насос; 6. Электр кыймылдаткычы; 7. Биореактор; 8. Дарбазалык клапан (био лайдан чыгуучу); 9.- 10. Аралаштыргыч; 11. RS-485, MB110 аналогдук киргизүү үчүн түзүлүш; 12. Жылытуу түтүгү; 13. Газ кармагыч; 14.клапан; 15.TSM; 16. Газ жылыткыч.

Башкаруу агымдары төмөндө көрсөтүлгөн: PLC 100 "насос" (линия) аркылуу башкаруу; PLC 100 (линия) аркылуу аралаштыргыч башкаруу мотору; Биогаз станциясындагы басымды көзөмөлдөө үчүн басым сенсору (линия). Бул аналогдук сигнал жана MB110 менен туташтырылган; MV110 (линия) менен туташтырылган биогаз станциясындагы суюктуктун деңгээлин алыстан башкаруучу сенсор; электромагниттик клапан - басым көтөрүлгөндө газ багына (линияга) кире турган метан чыгаруучу электромагниттик клапан ишке киргизилет; Биореактордо 15.ТСМ температура датчиги капталында (линиясында) казандын төмөнкү бөлүгүндө жайгашкан.

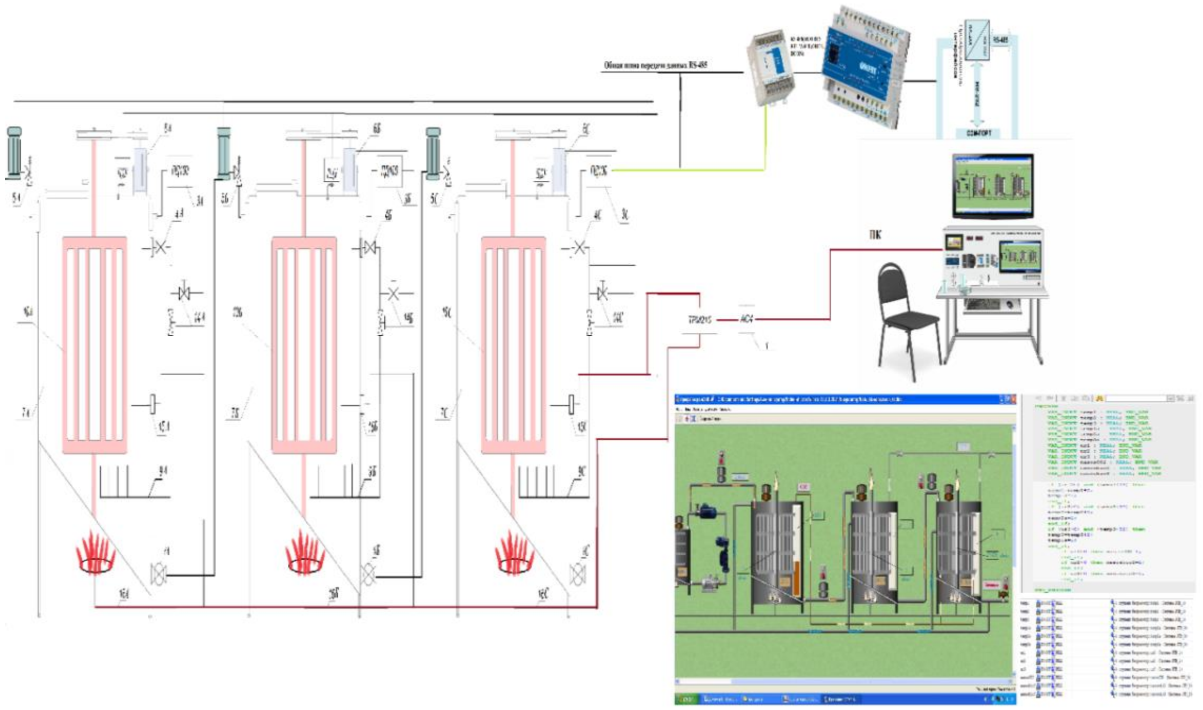
Сүрөт 9дан датчиктен 15, ТРМ210 сигналын алгандан кийин ал алынган температу-

раны термофиль режими (50-54^{0}C) үчүн оптималдуу вариация интервалы менен салыштыруунун негизинде башкаруу сигналын аныктай турганын көрүүгө болот. Температура төмөндөгөн же жогорулаган учурда "газ жылыткычтын" кыймылдаткычы газды көбөйтөт же азайтат.

Биореактордо субстратты аралаштыруу «газ жылыткыч» жана биореактордун төмөнкү бөлүгү чыгарган аралаштыргыч түтүктөр аркылуу түтүн газын циркуляциялоо жолу менен ачытылган субстратты бир калыпта жылытууга мүмкүндүк берүүчү аралаштыргыч-жылыткыч менен жүргүзүлөт. Аралаштыргыч-жылыткыч PD100 программалоочу реле аркылуу мотор тарабынан башкарылат.

Башкаруу автоматташтыруу тутумунда ар бир этаптын күнүнө субстраттын жүктөлгөн дозасынын бөлүктөрүн жеткирүү жана тандоо PLC тарабынан башкарылат, субстрат биореактордун көлөмүнүн 80% ашпаган суюктук деңгээлине жеткирилет. деңгээл көтөрүлөт, деңгээл автоматтык режимде баштапкы абалга келтирилет (10-сүрөт).

Үзгүлтүксүз үч баскычтуу биогаз станциясын башкарууну автоматташтыруу программасынын толук сүрөттөлүшү диссертациянын 4-тиркемесинде келтирилген (Казакстан Республикасынын №11169-2020 күбөлүк).



Сүрөт 10. Оператор үчүн Scada Trace Mode системасындагы AWP, биореактордогу метажаңы ачытуунун бүткүл процессинин визуализациясы (насостордун иштөө убактысы жана авариялык абалы, майдалоо, дозаны берүү жана алуу, реакторлордогу деңгээл, температураны турукташтыруу жана аралаштыруу)

М.Х. Дулати атындагы ТарМУда жасалган «Метан ферментациясын башкаруунун автоматташтырылган системасы» аппараттык-программалык комплексинде Scada Trace Mode системасында метан ферментациясын башкаруунун автоматташтырылган системасы тарабынан компьютердик эксперимент жүргүзүлдү. (10-сүрөт).

Киргизүү параметрлери катары төмөнкүлөр кабыл алынат: жүктөлгөн чийки заттын көлөмү; каалаган чыгуучу бөлүкчөлөрдүн өлчөмү; чийки затты кайра иштетүүчү агрегаттын түтүктөрүнүн көлөмү; чийки заттардын баштапкы температурасы; каалаган чийки зат температурасы.

Чыгуу параметрлери катары: аткарыла турган циклдердин саны; жалпы массасынын чуркоо саны; чийки затты майдалоо убактысы; жылытуу убактысы; метан мазмуну; көмүр

кычкыл газынын мазмуну. Эксперимент үчүн эталондук план катары параметрлердин баштапкы жана акыркы маанилеринин матрицасын түзөлү.

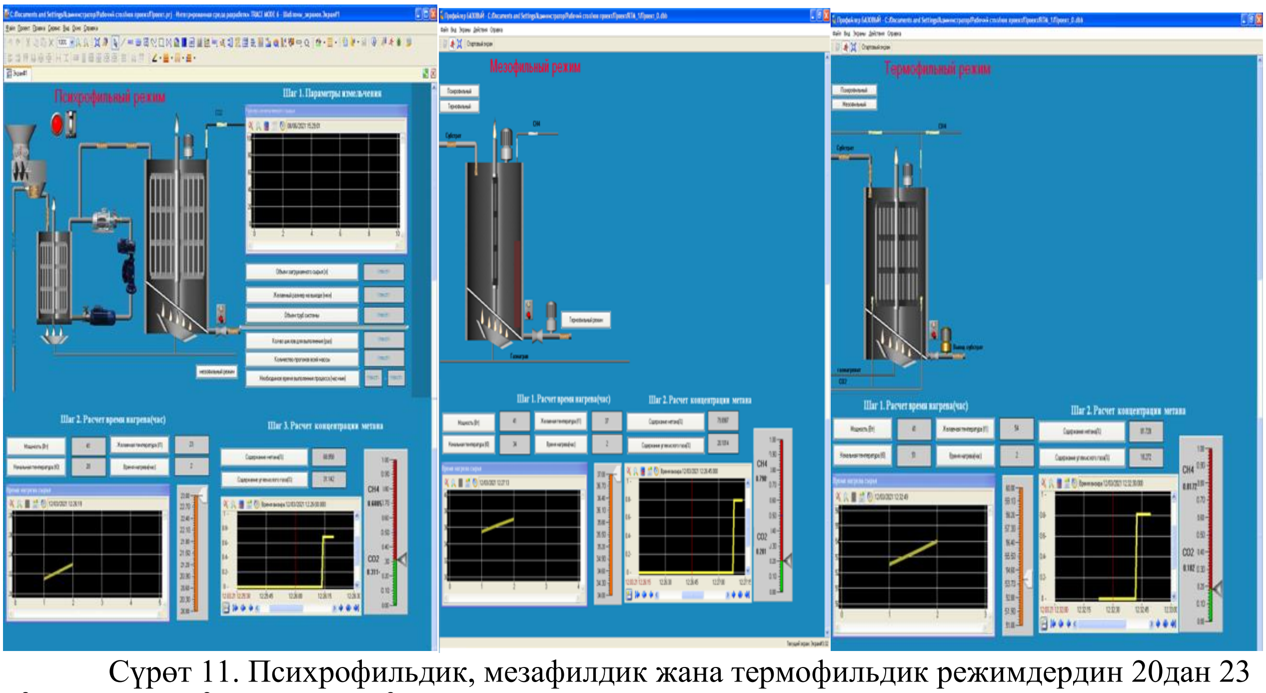
Чыгуудагы бөлүкчөлөрдүн өлчөмү менен биогаздын концентрациясынын ортосундагы байланышты аныктоо үчүн жүктөгөн чийки заттын көлөмү деп алалы; чийки затты кайра иштетүүчү агрегаттын түтүктөрүнүн көлөмү; чийки заттардын баштапкы температурасы; каалаган чийки зат температурасы.

Туруктуу баалуулуктар бар, бирок чыгууда керектүү бөлүкчөлөрдүн өлчөмү гана өзгөрөт. Ошентип, эксперимент үчүн киргизилген маанилер 2-таблицада көрсөтүлгөн форманы алат.

Чыгуудагы бөлүкчөлөрдүн өлчөмү менен биогаздын концентрациясынын ортосундагы байланышты аныктоо үчүн биз жүктөлгөн чийки заттын көлөмүн киргизебиз; каалаган чыгуучу бөлүкчөлөрдүн өлчөмү; чийки затты кайра иштетүүчү агрегаттын системасынын түтүктөрүнүн көлөмү; жылытуу элементинин күчү; чийки заттардын баштапкы температурасы; каалаган чийки зат температурасы. Эксперименттин кириш жана чыгаруу маанилеринин матрицасы формада болот (11-сүрөт).

Таблица 2. Эксперимент үчүн киргизилген маанилер

Параметр	**Число опытов N**							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Жүктөлгөн сырьенун көлөмү	600	600	600	600	600	600	600	600
Каалаган чыгуучу бөлүкчөлөрдүн өлчөмү	2000	1000	200	100	50	20	10	5
Чийки затты кайра иштетүүчү звено системасынын трубаларынын көлөмү	5	5	5	5	5	5	5	5
Жылытуу элементинин күчү	50	50	50	50	50	50	50	50
Баштапкы чийки заттын температурасы	10	10	10	10	10	10	10	10
Керектүү чийки зат температурасы	25	25	25	25	25	25	25	25



Сүрөт 11. Психрофильдик, мезафилдик жана термофильдик режимдердин 20дан 23 C^0, 34 тен 37 C^0, 51 ден 54 C^0 чейинки диапазондорундагы кириш жана чыгуу параметрлери.

11-сүрөттөн көрүнүп тургандай, 20дан 23C^0 чейинки температурада - CH4 чыгышы 68,8%, CO2 чыгышы 31,1% түзөт. Температурада 34-37 C^0, CH4 -79,8%, CO2 20,1% жана 51-54 C^0, CH4- 81,7%, CO2 -18,2%. Мына ушундан көрүнүп тургандай, температуранын жогорулашы менен CH4 концентрациясы жогорулап, CO2 азаят.

Реалдуу шарттарда компьютердик эксперименттин жардамы менен алынган изилденүүчү параметрлерге башка факторлор да таасир этет, аларды башкаруу кыйын же мүмкүн эмес. Ушуга байланыштуу, киргизүү параметрлерин тактоо жана жөнгө салуу үчүн «Акжар» ТЭЦиндеги иштеп жаткан установкада кавитацияны жок кылуунун жана метан ферментациясынын технологиялык процесстерин автоматташтыруу боюнча техниканын, алгоритмдердин негиздери ишке ашырылды (12-сүрөт).

Сүрөт 12. ТарМУдагы УОС аппараты жана аппараттык-программалык комплекси М.Х. Дулати жана «Акжар» чарбасындагы эксплуатациялык звено.

Натыйжалар көрсөткөндөй, үч этапта суткасына бир жүктөлгөн дозада майдаланган субстраттын тынымсыз метан ферментациясынын бүт цикли 23 күнгө созулган, биогаздагы метан концентрациясынын жогорку даражасы менен, ал эми эсептөөлөр боюнча 28 күн пландаштырылган. . Биогаз комплекси үзгүлтүксүз иштөө режимине өткөндөн кийин: - суткасына 37 м3 биогаз; -240 кг/күнүнө "катуу" биожер семирткичтер; - 360 кг/күн «суюк биожер семирткичтер». Негизги ишмердүүлүктөн түшкөн киреше – электр энергиясын жана биожер семирткичтерди, ошондой эле жылуулук энергиясын өндүрүү – накталай түшүүлөрдүн негизги булагы болуп саналат, бул ишке киргизилген эксперименталдык биогаз комплексине биогаз станциясын өзүн актоого мүмкүндүк берет.

Когенератор суткасына 37$м^3$ биогазды күйгүзгөндө: - 37кВт электр энергиясын (брутто); - 42 кВт жылуулук энергиясы (брутто). Акчалай алганда, биогаз комплексин ишке киргизүүдөн түшкөн жыл ичинде киреше: -электр энергиясынан (1кВт үчүн 27тг) 37 кВт х 360 = 13320*27 = 359640,00тг; - жылуулук энергиясынан (3708,23 тг. 1 Гкал конверсия коэффициентине = 1 кВт = 0,00086 Гкал/саат = 0,02064 Гкал/сутка) 42 кВт * 0,02064 Гкал/сутка = 0,86688 Гкал * 360 = 3802 гкал, * 312 гкал. = 1157252,55тг; - катуу биожер семирткичтерден (1кг үчүн 50тг.) 240кг х 360 = 86400кг х 50тг. = 4320000 тг - тазаланган саркынды суулардан 360 кг (тамырынан 5 тоннага чейинки жаңы партия талааларга киргизилип, кайра иштетилет). 360 кг. х 360 = 129600кг 10тг. = 1296000тг. Жылдын жалпы кирешеси: 7 132 892,00 теңгени түзөт.

Ошентип, баасы арзан, чарбаларда калдыктарды иштетип, электр энергиясы, жаратылыш газы жана био жер семирткичтер менен камсыз кылуучу чакан биогаз станциясынын макети «Күним» МИде чогултулуп, «Акжар» дыйкан чарбасында ишке киргизилди.

Scada Trace Mode интеграцияланган тутумунда түзүлгөн «Метан ферментациясын башкаруу системаларын автоматташтыруу» аппараттык-программалык комплекси жаш аспиранттарга, докторанттарга жана магистранттарга технологиялык процесстердин негизги параметрлерин башкарууну автоматташтыруу жана башкаруу системаларын түзүүгө мүмкүндүк берет.

Бул диссертациялык иштин негизинде мамлекеттик ИИИнин жана контракттык ИИИнин жыйынтыктары алынды жана отчеттор берилип, Казак Республикасынын патенттери жана күбөлүктөрү алынды.

КОРУТУНДУ

1. Алынган натыйжалардын негизинде температура биогаздын чыгышына жана андагы метандын концентрациясына таасир этүүчү негизги параметр экени аныкталды. Жогорку температурада микроорганизмдердин максималдуу өзгөчө өсүү темпи жана биогаздын бөлүнүп чыгуу ылдамдыгы жогорулайт, ал эми төмөнкү температурада метандын пайда болушуна салым кошуунун ордуна субстраттагы бөлүкчөлөр чөктүрөт.
2. Жалпы нымдуулугу 92% болгон биомасса биореактордо чийки затты кайра иштетүү үчүн оптималдуу нымдуулук экендиги далилденген. Мындай нымдуулукта эсептөөлөр көрсөткөндөй, аралашма ылдамдыгы Vc = 0,0250, кавитация саны σ = 1,61, аралаштыргычтагы басымдын төмөндөшү $\frac{P_н - P_к}{P_н - P_{н.п.}} = 0{,}135$.
3. Метанды сиңирүү процессинин математикалык моделдөөсү көрсөткөндөй, максаттуу чыгуу параметрлери: микроорганизмдердин максималдуу өзгөчө ылдамдыгы жана биогаздын чыгышынын ылдамдыгы жогорулайт жана 25°C, 37°C, 52°C температурада - 0,1960 сутка-1 түзөт. , - 92% нымдуулукта субстраттын тыгыздыгы 1019; - субстрат концентрациясы - 28,5320 кг / м^3; - бодо малдын кыгы үчүн кинетикалык параметр - 0,8089; - биогаздын чыгуу нормасы - 6,7589; - биореактордон чыккан биогаздын көлөмү - 37,8498 м^3, - биореактордон чыккан метандын көлөмү - 26,4948 м^3. Биогаз жана биожер семирткичтерди өндүрүүдөн берилген максаттуу көрсөткүчтөр менен жыл ичинде киреше: 1 230 000 сомду түзөт.
4. Температуралык режимди калыбына келтирүү жана биореакторлордо субстраттын жеткиликтүү көлөмү менен жаңы порцияны тез аралаштыруу үчүн биринчи жолу түтүктөр түтүн газы (эффект-самовар) менен жылытыла турган аралаштыргыч-жылыткычты колдонуу сунушталды жана пайда болгон жылуулук бүт ички аймакка ачытылган субстратка берилет.
5. Даярдалган субстраттын бир бөлүгүн күнүнө бир жолу жүктөөдө үзгүлтүксүз режимде иштеген, метаногенездин берилген режимине туура келген температуралар менен үч концентрдик жайгаштырылган цилиндрдик секциялары бар установканы колдонууну камтыган органикалык калдыктарды кайра иштетүү ыкмасы иштелип чыкты (психофилдик, мезофильдик жана термофильдик) жана гидролиз стадиясы үчүн берилген pH мааниси, ал CO_2 жогорку концентрациясын камтыган сырттан чыккан газды биринчи баскычтан тандап алуу жана аны үчүнчү стадияга көбүктүү берүү менен айырмаланат. $CO_2 + 4H_2 > CH_4 + 2H_2O$ химиялык реакциясы аркылуу CH4 кошумча өндүрүү жолу менен (20-30 ° Cден жогору), патент РК № 5340, 2020-ж.
6.Жергиликтуу башкаруу луптарынын схемалары иштелип чыкты: майдалоо; температураны турукташтыруу; тапшыруу жана тандоо; ферментацияланууучу субстратты аралаштыруу, биореактордо жана буткул уч этаптуу биогаз цехинде метан ачытуу процессии башкарууну автоматташтыруу.
7.Trace Mode IS программалык камсыздоосу иштелип чыккан, ал параметрлердин оптималдуу маанилерин аныктайт: чийки затты майдалоо убактысы; жылытуу убактысы; жылытуу элементинин күчүн жөнгө салуу; аралаштыргычты иштетүү жана токтотуу; субстрат менен камсыз кылуу жана тандоо; температураны турукташтыруу; метандын концентрациясын эсептөө. (Программанын 2020-жылдын 29-июнундагы №11169 Казакстан Республикасынын коргоо сертификаты бар).

ДИССЕРТАЦИЯНЫН ТЕМАСЫ БОЮНЧА ЖАРЫЯЛАНГАН ЭМГЕКТЕРДИН ТИЗМЕСИ:

1. Способ переработки органических отходов [Байжарикова М.А., Тлебаев М.Б., Тажиева Р.Н. и др.] Патент № 103153. Республика Казахстан. 2016.

2. Mathematical Research of the Accelerated Three - Stage Process of Substrate Fermentation in Bioreactors [Текст] [Tlebayev M.B., R.N. Tazhiyeva, Z.E., M.A. Baijarikova и др.]. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research (ISSN-India-Scopus). - Vol. 9 (4), 2017. – С. 392-400. Электронный ресурс: www.jpsr.pharmainfo.in.

3. Расчет скорости выхода метана технологического процесса метанового сбраживания органического субстрата. [Текст] / [Доумчариева Ж.Е., Нуржигитова Ж.Н., Байжарикова М.А. и др.]. Молодой ученый, Международный научный журнал, № 4.1 (138.1) / 2017. – С. 332-338.

4. Моделирование работы биогазовой установки в интегрированной среде Trace Mode [Текст] / [Тлебаев М.Б. Исаев С.М., Байжарикова М.А. и др.]. Республиканский научно-теоретический журнал. Известия вузов Кыргызстана №5, 2017г. Стр 56-60.

5. Разработка программного обеспечения абсорбционно адсорбционной очистки

биогаза. [Текст] / [Тлебаев М.Б., Маматаева Д.У., Байжарикова М.А. и др.]. Республиканский научно-теоретический журнал Известия вузов Кыргызстана №5, 2017г. Стр 51-55.

6. Система управление температурным режимом, перемешиванием и подачей субстрата биогазовом комплексе [Текст] / [Байжарикова М.А. Тлебаев М.Б., Дуйсебаева К. и др.]. Наука сегодня: реальность и перспективы: сб. науч. тр. – Вологда, 2018. – С. 28 - 31. Электронный ресурс: https://volconf.ru › archive.

7. Способ эффективного процесса метаногенеза экскрементов КРС в биогазовом комплексе [Текст] / [Тлебаев М.Б. Байжарикова М.А., Исаев С.М. и др.]. Наука сегодня: реальность и перспективы: сб. науч. тр. – Вологда, 2018. – С. 25-27. Электронный ресурс: https: //volconf.ru › archive.

8. Investigation Of The Influence Of High Frequency Electromagnetic Fields On Sorption Processes. [Galimbekov A.D., Kadyrov M.A., Baizharikova M.A., и.др.]. Latvian Journal of Physics and Technical Sciences, (ISSN-Scopus). Volume 56, Issue 1, 2019, pp.53-59.

9. Способ интенсификации метанового сбраживания и биогазовый комплекс для его осуществления. [Тлебаев М.Б., Айтбаева З.К., Байжарикова М.А. и.др.] Патент № 5340 Республика Казахстан. 2019.

10. Программирование приложений функций телемеханического REMOTE TERMINAL UNIT. [Байжарикова М.А. Маматаева Д.У., Даулетбаева Ж.М., и др.]. Наука сегодня глобальные вызовы и механизмы развития. Материалы международной научно-практической конференции. 24 апреля 2019г. Вологда. Стр 45-47

11. Тлебаев М.Б. Автоматизация NGN сетей с применением технологии RADIUS. [Текст] /Тлебаев М.Б., Байжарикова М.А., Маматаева Д.У. Международная научно-практическая конференция «Наука сегодня: глобальные вызовы и механизмы развития» Россия, г. Вологда, 24 апреля 2019 г.

12. Creation of a computer – assisted mathematical model for the raw materials biological processing [Текст] / [M.B. Tlebayev, B.I. Biibosunov, Z.K., Baizharikova M.A., и др.]. Periodic Tchê Química. ISSN 2179-0302-Scopus).. (2020), vol.17 (n°35).- P.640-654. Электронный ресурс: https://journals.indexcopernicus.com/ api/file/viewByFileId/1022118.pdf

13. Бийбосунов Б.И. Кинетика и выбор основных параметров метанового сбраживания для системы контроля и автоматизации [Текст] /Бийбосунов Б.И., Байжарикова М.А. Вестник Dulaty University-Тараз, 2021, №1. С. 50-58.

14. Разработка технологической схемы процесса образования метана в трехступенчатой биогазовой установке. [Текст] /[Байжарикова М.А., Ардашер А.Н., Тлебаев М.Б., и др.]. Материалы VII Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых. 8-9 апреля 2021 г.Часть V. Усть-Каменогорск 2021 г. Стр. 32-35.

15. Байжарикова М.А. Выбор средств автоматизации контроля и управления параметрами метанового сбраживания в биореакторе. [Текст] /Байжарикова М.А. Вестник КГУ им. И. Арабаева. Бишкек 2021. Часть 2. Специальный выпуск. Стр. 221-227

16. Байжарикова, М.А. Расчет и моделирование процесса образования метана в трехступенчатой биогазовой технологии в ИС TRACE MODE [Текст] \ Байжарикова М.А.. Материалы VII Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых. 8-9 апреля 2021 г.Часть V. Усть-Каменогорск 2021 г. Стр. 36-41

17. Система контроля и автоматизации управления процесса обработки и сбраживания органического сырья в Scada Trace Mode. [Текст] \ [Маковецкая А.А., Беглерова С.Т., Байжарикова М.А. и.др.]. Свидетельство объекта авторского права: программа для ЭВМ. 2020г. № 11169 от «29» июня 2020 года.

РЕЗЮМЕ

диссертации Байжариковой Марины Айтмухановны на тему «Компьютерный контроль параметров, автоматизация управления трехступенчатым процессом метанового сбраживания органических отходов в биореакторах» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)

Ключевые слова: трехступенчатая биогазовая установка, биогаз, метановое сбраживание, математическая модель, компьютерное моделирование, автоматизация управления, система контроля.

Объект исследования. Технологический процесс непрерывного метанового сбраживания измельченного субстрата в трехступенчатой биогазовой установке.

Предмет исследования. Автоматизация управления основными параметрами степени измельчения и метанового сбраживания субстрата в биореакторах.

Цель работы. Повышение эффективности способа переработки отходов животноводства путем интенсификации анаэробного сбраживания и автоматизации управления с целью сокращения периода сбраживания субстрата в биореакторе и максимального выхода биогаза.

Методы исследования. Математическое моделирование, теория автоматизации и управления, методы статистики, численные методы и методы разработки программного обеспечения.

Полученные результаты и их новизна:

-разработана информационная модель непрерывного метанового сбраживания измельченного навоза КРС при оптимальном температурном режиме работы биореакторов на трех ступенях биогазовой установки;

- обоснованы: выбор конструктивно-технологической схемы биореактора с мешалкой-нагревателем; основных параметров контроля и управления, влияющих на увеличения выхода метана и сокращения времени сбраживания;

-разработана обобщенная математическая модель, описывающая процессы кавитации и метанового сбраживания подаваемого субстрата, нагрева и перемешиванием ее на каждой ступени процесса, позволяющая выявить оптимальные режимные параметры для системы контроля и управления биогазовой установкой;

-техническая новизна устройств, заключающаяся в создании впервые трехступенчатой биогазовой установки, обеспечивающий способ переработки органических отходов, подтвержденная патентами на полезную модель (патент РК № 103153, 2016 г.); (патент РК № 5340, 2020);

- разработано ПО автоматизации и системы контроля и управления параметрами: измельчения; нагрева; перемешивания; подачи и отбора субстрата на каждой ступени метанового сбраживания, подтвержденная (свидетельством РК № 11169 от 29.06.2020).

Степень использования результатов. Результаты компьютерного моделирования, полученные на специальном аппаратно – программном комплексе, были апробированы и внедрены К/Х «Акжар», СПК «Бирлик-Туймекент» и показали высокую эффективность в непрерывной работе кавитационного деструктора, анаэробного сбраживания психрофильного, мезофильного и термофильного режимов. Также результаты диссертации используются в учебном процессе кафедры «Прикладная информатика и программирование» ТарРУ им. М.Х.Дулати и кафедры «Прикладная информатика» КГУ им. И. Арабаева.

Область применения. Результаты исследования находят широкое применение в биогазовой технологии, утилизации органических отходов с ферм со стойловым режимом содержания крупнорогатого скота в сельском хозяйстве.

05.13.06 – Технологиялык процесстерди жана өндүрүштөрдү автоматташтыруу жана башкаруу (тармактар боюнча) адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасы үчүн " Биореакторлордогу органикалык калдыктарды үч этаптуу метандык ачытуу процессин башкарууну автоматташтыруу, параметрлерин компьютердик көзөмөлдөө " деген темада Марина Айтмухановна Байжарикованын диссертациялык изилдөөсүнүн

РЕЗЮМЕСИ

Негизги сөздөр: үч баскычтуу биогаз түзүлүшү, биогаз, метандык ачытуу, математикалык модель, компьютердик моделдөө, башкарууну автоматташтыруу, башкаруу системасы.

Изилдөө объектиси. Үч этаптуу биогаз түзүлүшүндөгү майдаланган субстраттын метандык үзгүлтүксүз ачытуу технологиялык процесси.

Изилдөө предмети. Биореакторлордо субстраттын майдалануу жана метандык ачытуу даражасынын негизги параметрлерин башкарууну автоматташтыруу.

Иштин максаты. Биореактордогу субстраттын ачытуу мөөнөтүн кыскартуу жана биогаздын максималдуу чыгышы үчүн анаэробдук ачытуу жана башкарууну автоматташтыруу аркылуу жаныбарлардын калдыктарын кайра иштетүү ыкмасынын эффективдүүлүгүн жогорулатуу.

Изилдөө методдору. Математикалык моделдөө, автоматташтыруу жана башкаруу теориясы, статистиканын методдору, программалык камсыздоону иштеп чыгуунун сандык ыкмалары жана методдору.

Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы:

- биогаз түзүлүшүнүн үч баскычтуу биореакторлордун иштөөсүндөгү оптималдуу температуралык режимде майдаланган малдын кыгынан үзгүлтүксүз метандык ачытуу үчүн маалыматтык модель иштелип чыккан;
- негизделди: аралаштыргыч-жылыткычы бар биореактордун конструкциялык жана технологиялык схемасын тандоо; метандын өндүрүмдүүлүгүн жогорулатууга жана ачытуу убактысын кыскартууга таасир этүүнү контролдоо жана башкаруу негизги параметрлери;
- биогаз станциясын көзөмөлдөө жана башкаруу системасы үчүн оптималдуу иштөө параметрлерин аныктоого мүмкүндүк берүүчү, берилген субстраттын кавитация жана метан ачытуу процесстерин, процесстин ар бир баскычында ысытуу жана аралаштыруу процесстерин баяндаган жалпыланган математикалык модель иштелип чыкты;
- органикалык калдыктарды кайра иштетүү ыкмасын камсыз кылган үч этаптуу биогаз станциясын түзүүдөн турган приборлордун техникалык жаңылыгын тастыктаган патенттер алынган (РК №103153 патенти, 2016-ж. жана РК №5340 патенти, 2020 ж.);
- параметрлерди башкаруу, автоматташтыруу жана көзөмөлдөө системалары үчүн программалык камсыздоо иштелип чыккан: майдалоо; жылытуу; аралаштыруу; метандык

ачытуунун ар бир этабында субстратты тандоо жана аны менен камсыз кылуу Казакстан Республикасынын 29.06.2020-жылдагы №11169 автордук күбөлүгү менен тастыкталган.

Натыйжалардын колдонулуш даражасы.

Атайын аппараттык-программалык комплексте алынган компьютердик моделдештирүүнүн натыйжалары «Акжар» Д/Ч, «Бирлик-Туймекент» АӨК тарабынан сыналып, ишке киргизилди жана кавитациялык деструктордун үзгүлтүксүз иштешинде, психрофилди анаэробдук ферментациялоодо жогорку натыйжалуулукту көрсөттү. Ошондой эле, диссертациянын натыйжалары М.Х.Дулати атындагы ТарМУнун «Колдонмо информатика жана программалоо» кафедрасынын жана И.Арабаев атындагы КМУнун «Прикладдык информатика» кафедрасынын окуу процессинде колдонулат

Колдонуу чөйрөсү. Изилдөөнүн натыйжалары биогаз технологиясыннын негизинде айыл чарбасында мал кармоо үчүн фермердик чарбасы бар бодо малдарды багып өстүргөн чарбалардын органикалык калдыктарын утилизациялоодо кеңири колдонулат.

RESUME

Marina Aitmukhanovna Bayzharikova dissertation on " Computer control of parameters, automation of control of a three-stage process of methane fermentation of organic waste in bioreactors " for the degree of candidate of technical Sciences in the specialty 05.13.06 – Automation and management of technological processes and production.

Keywords: three-stage biogas plant, biogas, methane fermentation, mathematical model, computer modeling, control automation, control system.

Research object. Technological process of continuous the methane fermentation of crushed substrate in a three-stage biogas plant.

Research subject. Automation of control the main parameters of the degree of grinding and methane fermentation of the substrate in bioreactors.

Purpose of work. Increasing the efficiency of the method for processing animal waste by intensifying anaerobic digestion and automating control in order to reduce the period of substrate fermentation in the bioreactor and maximize the yield of biogas.

Methods of research. Mathematical modeling, automation and control of statistical, numerical methods and software development methods.

The results obtained and their novelty:

- an information model has been developed for continuous methane digestion of crushed cattle manure at the optimal temperature mode of operation of bioreactors of three stages of a biogas plant;
- substantiated: the choice of design and technological scheme of a bioreactor with a stirrer-heater; the main parameters of control and management, affecting the increase in the yield of methane and the reduction in the time of digestion;
-a generalized mathematical model has been developed describing the processes of cavitation and methane fermentation of the supplied substrate, heating and mixing it at each stage of the process, which allows to identify the optimal operating parameters for the control and management system of the biogas plant;
-the technical novelty of the devices, which consists in the creation for the first time of a three-stage biogas plant providing a method for processing organic waste, confirmed by utility model patents (patent of the Republic of Kazakhstan №103153, 2016); (patent of the Republic of Kazakhstan №5340, 2020);
- developed software for automation and control and management systems for parameters: grinding; heating; mixing; supply and selection of the substrate at each stage of methane fermentation are confirmed (certificate of the Republic of Kazakhstan No. 11169 dated 06/29/2020).

Efficiency of results usage. The results of computer modeling, obtained on a special hardware and software complex, were tested and implemented at the Akzhar state farm, Birlik-Tuymekent SPK and

showed high efficiency during continuous operation of the cavitation destructor, anaerobic fermentation of psychrophilic, mesophilic and thermophilic modes. Also, the results of the dissertation are used in the educational process of the Department of Applied Informatics and Programming of DulatiTarRU and the Department of Applied Informatics of KSU named after I. Arabaev.

Field of application. The research results are widely used in biogas technologies, utilization of organic waste from farms with a stall regime for keeping cattle in agriculture.