

**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



4
2025



Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро давлат техника университети ректори

Муовини:

НИЗАМОВ А.Б. –

БухДТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.Қ. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (ТКТИ)

МУХТАРОВ Н.Ш. – техника фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)

ТУХСАНОВ Х.А. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)

МАДИЕВ Р.Х. – техника фанлари доктори (DSc) (“Шуртан ГКМ” МЧЖ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х., ЎзРФА УНКИ

ХУРМАМАТОВ А.М. – техника фанлари доктори, профессор, ЎзРФА УНКИ

СОБИРОВА Н.К. – филология фанлари номзоди, доцент, ЎЗМУ

ҒАФУРОВ Д.О. – Бухоро ДТУ ёшлар масалалари ва маънавий- маърифий ишлар бўйича биринчи проректори ф.ф.д (PhD)

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)

САИДОВ С.Б. – Бухоро ДТУ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ШАРИПОВ М.З. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАҲМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

НИЗОМОВ А.Б. – иқтисод фанлари доктори, профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

ЖЎРАЕВА М.М. – филология фанлари доктори (DSc), профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х.

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – кимё фанлари номзоди, профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

Бош муҳаррир:

ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар:

БАРАКАЕВА Д.Ф., ОРТИҚОВА С.Ж., ИСТАМОВА Г.Х.

Мусахҳиҳ:

АРТИКОВА М.М.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И

ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро давлат техника университети

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:

200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро давлат техника университети

Тел: 0(365) 223-92-40

Факс: 0(365) 223-78-84

Электрон манзил:

E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан

<https://journal.bmti.uz/>

сайти орқали танишиши мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас. Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Беккулов Ж.Ш., Тураев О.А. Математическое и имитационное моделирование усовершенствованной системы виртуального анализа и контроля качества готовой продукции в технологическом процессе сушки хлорида калия.....	4
Imomov Sh.J., Komilov O.S., Shodiyev E.B., Majitov J.A., Ziyoyev D.A. Biogaz qurilmasining issiqlik-texnik va geometrik parametrlarini asoslash.....	10
Ахмедов Ю., Мурадов Ш.М., Хабибов Ф.Ю. Основные свойства функции текучести оболочек предельного равновесия.....	16
Bafoyeu D.X. Yeyilishga chidamli qattiq qoplamalarni qo'llash asosida sirpanishdagi ishqalanish sirtlarini ishlov berish texnologiyasi.....	22
Бердиев Д.М., Константинов В.М., Юсупов А.А., Сайдумаров Б.М. Влияние структуры доэвтектоидных конструкционных сталей при различных режимах термоциклической обработки.....	30
Уринов Ж.Р., Абдуллаев Р.С. Динамическая прочность неавтоклавногo газозолобетона.....	35
Худойбердиев А. Биогаз қурилмаси параметрларини оптималлаштиришда асосий кўрсаткичлар тахлили.....	39
Ахмедов Ю., Мурадов Ш. Конструктивные особенности плит перекрытий в зданиях, возводимых методам подъёма.....	47
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Baxshilloev N.K., Umirov F.E., Maxmudov R.A. Natriy xlorid, kaliy xlorid, magniy sulfatlarga boy bo'lgan tuzlar tarkibini tadqiq qilish.....	52
Bokiyeva Sh.K. O'simlik chiqindilari asosida olingan uglerodli adsorbentlar.....	56
Maxmudov M.J., Svaykosov S.O., Saloydinov A.A. Benzol saqlagan benzin fraksiyalarini gidroizomerizatsiyalash jarayonlari texnologiyalari va ularda qo'llaniluvchi katalizatorlarni tadqiq qilish.....	60
Sadullayev N.N., Murtazoyev F.F. Sanoatda tabiiy gazni qazib olish va uni qayta ishlashda energiya samaradorlikni oshirishning imkoniyatlari.....	67
Ziyadullayev O.E., Saliyeva M.K. SnCl ₂ ·2H ₂ O/Et ₃ N/Et ₂ O katalitik sistemasi ishtirokida atsetilen spirtlari sintezi.....	70
Umarov A.A., Ochilov A.A. Gazlarni haydovchi kompressor agregatlaridan foydalanishning tahliliy tamoyillari.....	79
Xolmuxammadiyev A.M., Toshev Sh.O. Burg'ilash eritmalari uchun mahalliy xomashyolar asosida ishlab chiqiladigan kimyoviy reagentlarning fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq qilish.....	85
Nuriddinova G.A., Niyazov L.N. Anilin va gidrooksibenzoy kislotalar asosida birikmalar sintezi istiqbollari.....	90
Usmanova M.M. Noorganik matritsalar asosida ionitlarning olinish usullari va ularning xossalari.....	93
Oripov A.A. Silvinit rudasidan kaliy xlorid ishlab chiqarish jarayonida ajralib chiqadigan shlam chiqindisidan foydalanishning ilmiy asoslari.....	98
G'aybullayeva A.F., Mavlonov Sh.B., Mavlonov B.A., Saidov A.A. Rezina asosli elastomerlar bilan modifikatsiyalangan polimer-bitum kompozitsiyalarining fizik-mexanik xossalari va morfologik tahlili.....	102
Хакимов К.Ж., Ражабов Ш.Х. Сырья характеристика и основных технологических материалов хандизинского месторождения.....	110
Мухсинов С.С., Тожиев О.О., Зоирова А.И. Влияние выбора гидродинамической модели на прогноз добычи из трещиновато-поровых пластов.....	120

Ibragimov Sh.R., Sharipov N.Z. Suyuq shishadan natriy silikat pentagidrat ishlab chiqarish qurilmasini muhandislik hisobi	125
Мухсинов С.С. Применение искусственного интеллекта в прогнозировании показателей разработки газового месторождения.....	130
МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
Maxmudov M. I., Timirov X.N. Kompressor stansiyalarini turli xil zamonaviy boshqarish usuli orqali energiya samaradorligini baholash.....	137
Хамроев X.X., Isamov P.N., Savriyev Y.S. Metall keshish dastgohlarini oʻrnatish bilan bogʻliq yuzaga keladigan deformatsiyalar va ularni bartaraf etish usullari.....	142
Хошимов Ф.А., Кадиров К.Ш., Қарақулов Ш.Ю., Юсупалиева Х.У. Энергия самарадорлигини оширишда технологик жиҳозлар иш режимларининг ўрни.....	146
Садуллаев Н.Н., Нематов Ш.Н. Ўзбекистонда “яшил” энергиядан фойдаланиш самарадорлигини аниқлашдаги муаммолар ва унинг ечимлари.....	153
Tovboyev A.N., Togʻayev I.B. Konveyer tizimlarida elektr energiyasi samaradorligini oshirishning kompleks yondashuvlarini tahlil qilish.....	158
Usmonov Sh.Y., Sobirov M.N. Energiya samaradorligini oshirish maqsadida texnologik parametrlarni optimallashtirish: yogʻ-moy ishlab chiqarishda tizimli yondashuv.....	163
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Savriyev Y.S., Azizov B.A., Xamroyev X.X. Improvement and mathematical modeling of the pressing process of oilseed fuza of cotton black oil.....	172
Hasanova D.B. Sogʻliqni saqlash sohasini raqamlashtirish istiqbollari.....	181
Murodova M.H. Muhandislik va kompyuter grafikasini oʻqitish xususiyatlari.....	186
Хабибов. Ф.Ю, Ахмедов Ю, Рамазонов А.Ч, Юсупов Ф.Ф. Автоматическая аппроксимация модели поверхности окончательной дистиллизации мисцелы растительного масла.....	189
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Ganiyeva M.Oʻ., Djurayeva N.R. Amarant donining ozuqaviy va terapevtik potentsiali.....	193
Haydarov Sh.X., Tairov B.B. “Oʻynoqi muskat” shampun vinosining yarim tayyor mahsulotini tayyorlash	133
Barakayev N.R., Kamolova M.X. Mahalliy oʻsimliklar tarkibidagi uglevodlarni innovatsion usullar bilan ajratish laboratoriya qurilmasi.....	203
Dehqonova N.A., Majidov K.X. Oʻsimlik moylarini ishqoriy rafinatsiyalashda elektromagnit faollashtirish taʼsirining xususiyatlarini oʻrganish.....	206
Рахмонов К.С. Применение пряно-ароматического сырья для повышения потребительской ценности ржаных сортов хлеба.....	209
Олтиев А.Т., Бозорова Д.Н. Совершенствование технологии переэтерификации жиров с использованием биокатализаторов нового поколения.....	216
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Vafayeva Z.S., Bozorova F.M. Tikuv mashinasiga tavsiya etilgan tarkibli moki gʻaltagida ip oʻramlar sonini uning burchak tezligiga taʼsirini tadqiq qilish.....	219
Хужаева М.Э., Гафурова Н.Т., Выбор и обоснование ткани для создания комплекта специальной одежды для прядильщиков.....	222
Rajabov A.I., Nodirova M.N. Yarim dagʻal qoʻy jun tolasini maxsus qurulma asosida shatish usullari.....	227

Пардаев Б.Ч., Абидова А.Р., Росулов Р.Х., Каримова Г.Т. Пахтани майда ифлосликлардан тозалашда такомиллаштирилган козиқли барабанларда пахта массасининг оқимини назарий тахлили.....	234
Қўшимов А.А., Муродов Р.М., Шодмонкулов А.М., Сайиткулов С.О., Салимов Ш.Х. Пневмотранспортлар ва уларда пахтани стационар узатиш конструкциясини тахлили.....	239
Ражабов А.И., Нодирова М.Н. Махаллий жун толасидан ишлаб чиқариладиган ип ҳажмини кўпайтириш ва сифатини ошириш.....	244
Хамроева М.Ф., Muxamedjanova S.F., Tuychiyev T.O., Xudayarova F.O. Turli kombinatsiyada joylashgan takomillashtirilgan qoziqchali plankali barabanlarning tahlili	247
Bozorova F.M., Vafoyeva Z.S. Tavsiya etilgan tepki uzelineing to'liq faktorli rejalash usuli bo'yicha rezina amortizatorli tishli reyka-tepki tizimini o'rganish.....	253
Мухамеджанова С.Ф., Хамроева М.Ф., Туйчиев Т.О., Худаярова Ф.О. Колосникли панжара ва аррачали барабан оралиқ масофасининг тозалаш жараёнига таъсири.....	258
Saparov M.K., Ro'zmetov R.I., Tuychiyev T.O., Axmedov M.X. Kolosnik qirrasini bilan baraban arra tishlari uchlari orasidagi masofani tozalash jarayoniga ta'siri.....	263
Hamroyeva M.F, Muxamedjanova S.F, Tuychiev T.O., Sayfullayev S.S., Xudayarova F.O. Turli kombinatsiyada joylashgan takomillashtirilgan qoziqchali plankali barabanlarning tahlili.	268
Ortiqova K.I., Umarov A.A. xorijiy va mahalliy linter mashinalarining taqqosiy tahlili.....	275
Мусаев С.С., Аслонов А.М. Исследование устойчивости полимерных подошв специальной обуви для работников агропромышленных кластеров к воздействию масел, различных растворителей и старению.....	278
Saparov M.K., Ro'zmetov R.I., Tuychiyev T.O. Kolosnikli panjara o'lchamlarining tozalash jarayoniga ta'siri.....	286
Sayidova M.H. Quyosh batareyalarini maxsus kiyimda qo'llashning nazariy asoslari.....	291
Barakayeva D.F., Gafurova N.T. Energetiklar uchun maxsus ish kiyim yaratishda zamonaviy estetik va xavfsizlik talablarni shakllantirish	295
Худайбердиев М.Р., Очилов Т.А., Хамроева С.А., Нурбоев Р.Х. Тола таркиби турлича бўлган костюмбоп матоларнинг механик хоссаларини тадқиқоти ва тахлили.....	300
АНИҚ ВА ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Казакова Д.Г. Проблемы перевода терминов и их решения	305
Авлякулова Ш.Б. Аппроксимация орнаментов резьбы по дереву кубическими сплайнами.....	308
Hikmatov N.I. Zamonaviy qurilishda energiya tejankor va samarador texnologiyalardan foydalanish.....	314
Xaitov B.U., Avlyakulova Sh.B. CAM tizimlarida geometrik modelashtirish asoslari.....	318
Рабиев Ғ.Б. Юртимизнинг шаҳар-қишлоқларида автотурапаргоҳлар ташкил этишнинг долзарб масалалари.....	323
Sadirov S.S. Buxoro viloyatida investitsiyaviy muhitni tahlil qilish: mavjud holat va istiqbollar..	326
Sharipov A.A. Kasbiy ta'lim tashkilotlarida o'quvchilarni amaliyotga yo'naltirishning pedagogik shart-sharoitlari.....	330

5. Хамракулов Р.Ж. Каракулов Х.М. Гуломов Д.И. Методика улучшения долговечности бетонов в условиях сухого жаркого климата Узбекистана// Молодой учёный г. Казань. 2016. № 8.(112) с 18-19.
6. Портник А.А. Всё о пенобетоне.- Москва. СПб.: 2012.- 224 с.
7. Сатторов З.М., Отабоева Г.А. „Курилиш саноатида атроф муҳит муҳофазаси ва экологиянинг аҳамияти. „//Узбекистон архитектураси ва қурилиши. журнали. //№4- 05-06.2013, Тошкент, 2013й. -57 б.
8. Ходжаев С.А, Кадиров Р.Р., Ходжаев С.А. Повышение энергоэффективности жилищно-гражданских зданий.- Т.: ”Фан ва технология”, 2017.404 с.
9. Хакимов. Ш.А. Сейсмобезопасность конструктивных систем современных жилищно-гражданских зданий центральноазиатского региона. // Георг. - 2016. №10. - с. 33-38.
10. Уринов Д.Р. Перфилов А.Д. Промышленность автоклавных материалов и местных вяжущих. - Москва. 1988. вып.12,- с. 2-4.
11. Уринов Ж.Р, Мирзаев У.Т, Хикматов Н.Ф, Нелинейность деформаций ползучести неавтоклавногo ячеистого бетона при низких напряжениях.//International independent scientific journal. Krakow/Rzeczpospolita Polska. №22, 2020. –С.44-48. (Hajmi 5-bet, mualliflik ishtiroki-33%).
12. Уринов Ж.Р, Мирзаев У.Т, Хикматов Н.Ф, Свойства неавтоклавногo газобетона при сейсмических нагрузках. //International independent scientific journal. Krakow/Rzeczpospolita Polska. №22, 2020. –С.48-51. (Hajmi 4-bet, mualliflik ishtiroki-33%).

БИОГАЗ ҚУРИЛМАСИ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШДА АСОСИЙ КЎРСАТКИЧЛАР ТАХЛИЛИ.

Худойбердиев А.

Бухоро давлат техника университети.

Аннотация. Мақолада истеъмолчиларни узлуксиз энергия билан таъминлаш, таъминот тизимнинг энергия самарадорлигини оширишда қайта тикланадиган энергия манбалари асосидаги энергия тежамкор технологиялар, аҳолини табиий газ билан таъминлаш қайта тикланадиган энергия манбалари асосида ишловчи биогаз қурилмаларининг конструкцияларини такомиллаштириш, иш унумдорлигини ошириш ҳамда иссиқлик – техникавий параметрларини оптималлаштириш йўналишлари келтирилади.

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

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ.

Худойбердиев А.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. В статье представлены направления бесперебойного обеспечения потребителей энергией, энергосберегающие технологии на основе возобновляемых источников энергии для повышения энергоэффективности системы электроснабжения, совершенствование конструкций биогазовых установок, работающих на основе возобновляемых источников энергии, для обеспечения населения природным газом, повышение их производительности и оптимизация теплотехнических параметров.

Ключевые слова: анаэробный, переработка, навоз, удобрение, тепло, биогаз, установка

ANALYSIS OF MAIN INDICATORS IN OPTIMIZING THE PARAMETERS OF A BIOGAS PLANT.

Khudoiberdiev A.

Bukhara state technical university

Annotation. The article presents directions for providing consumers with uninterrupted energy, energy-saving technologies based on renewable energy sources to increase the energy efficiency of the supply system, improving the design of biogas plants operating on the basis of renewable energy sources to provide the population with natural gas, increasing their productivity, and optimizing their thermal and technical parameters.

Keywords: anaerobic, processing, manure, fertilizer, heat, biogas, device

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

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

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

Тадқиқотлар методикаси ва натижалари. Молхона чиқиндиларни қайта ишлашга мўлжалланган биогаз қурилмаларининг энергия самарадор технологияларни ишлаб чиқиш бўйича дунёнинг етакчи университетлари илмий-тадқиқотларни ривожлантиришга таниқли хорижлик олимлар [14, 15,], микробиолог олимлардан ва бошқалар катта ҳисса қўшганлар. Ўзбекистон Республикасида органик чиқиндиларни анаэроб қайта ишлов бериш жараёни билан тикланадиган энергия олиш технологиясини такомиллаштириш ва самарадорлигини ошириш бўйича таниқли олимлар томонидан илмий изланишлар олиб борилган. Хусусан улар томонидан биогаз қурилмаларига поғонали ишлов бериш, биореакторга молхона чиқиндиларни майдалаб юклаш, анаэроб жараёнда аралаштиришни механик жихозларсиз аралаштириш усули, кичик ҳажмдаги биогаз қурилмаларидан олинадиган биогаз ва биоўғит сифатини ошириш борасида илмий-тадқиқот ишлари бажарилган [13].

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

Тадқиқотларда кичик қувватли биогаз қурилмалари ишга тушириш даврида тўлиқ технологик талаблар бажарилиб қурилмада метан гази ҳосил қилиш бактериялар мослашиш давридан бошлаб мўтадил ишлай бошлаганда биореакторга навбатдаги порция органик чиқиндиларни таркибида учрайдиган дизенфексияловчи моддалар миқдори талаб даражасидан паст бўлгандагина бундай қурилмалар ишлаш ҳолатида эканлигини тадқиқотларда кўрдик. Бунда Ш.Имомовнинг илмий тадқиқот ишларида иссиқлик алмашинувини жадаллаштириш учун олган тажриба натижаларини таҳлилида иссиқлик алмаштиргични ишлатишга кетаётган энергия сарфини инобатга олганда [13,14], биомассани биореакторда аралаштириш микробиологик нуқтайи назардан биомассани ҳаракатига микробиологик алмашинувни ҳосил қилиши ва иссиқлик алмашувининг жадаллигини таъминлаш мумкинлиги келтирилади. Аммо аралаштиришга йўқотилаётган энергия сарфи Нусселт ва Прандтлларнинг боғлиқлик формулалари орқали изоҳланганида [15]:

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

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

бу ерда: N_u – Нусселт критерияси;

R_e – Рейнолдс критерияси;

Pr – Прандтл критерияси;

ΔP – биогаз қурилмасида суюқ органик чиқинди ишлашда гидравлик қаршилиги;

ω – ишчи суюқлик тезлиги;

ρ – ишчи суюқлик зичлиги; l – ишчи суюқлик оқувчи канал узунлиги;

d – ишчи суюқлик оқувчи канал диаметри;

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

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

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

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

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

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

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

Узлуксиз режимда ишлатилаётган қурилмаларда олинаётган маҳсулот тури асосан кам миқдорда бўлишига қарамасдан биогаз олишга мослаштирилган ва у нисбатан тезкор ҳисобланади. Бу қурилмалар ишчи ҳажмлари танлашда органик чиқиндилар ҳосил бўлиш манбаларидан кундалик ёки вақти - вақти билан йиғилаётган органик чиқиндилар тури ва сифатига қараб танланган бўлади. Қурилмаларнинг Ўрта Осиёда кенг тарқалган турларида киздириш ва аралаштириш режимлари назорат қилинмайди. Бундай қурилмаларнинг замонавий турларидагина газ босимини ўлчаш, аралаштириш, жараённи ҳарорат режимини ва қайта ишлов берилган органик ўғит ҳамда биогаз таркиби назоратланади. Даврий ишловчи кичик қувватли биогаз олиш қурилмалари узлуксиз ишловчи қурилмаларга нисбатан узоқ муддатда (бир неча ойдан – йиллар давомида) анаэроб жараённи давом этиши кузатиладиган қурилмалар ҳисобланади. Бу қурилмаларда органик чиқиндилар юкланганидан сўнгра аралаштириш, ҳарорат ёки газ таркиби ва миқдори ҳамда органик ўғит таркиби назоратланмайди. Бу қурилмаларда асосан органик чиқиндиларни қайта ишлов бериб атмосферага чиқарилаётган 80 % гача ис гази сақланиб қолиш ва сифатли органик ўғит олишга мўлжалланади. Тадқиқотларимизда кичик ўлчамли биогаз қурилмасининг (1-расм)

атмосфера босимидан паст сийракланган ҳолатга термофил иссиқлик ҳароратида 2023 йилдан бошлаб шу кунгача (2024 йил декабр ойигача) ишловчи кўп режимли биореактор бўлганлиги ва атмосферага йўқатилаётган кундалик ҳарорат миқдори умумий йўқатилаётган иссиқлик миқдорининг 1,1 % ортмаслиги (табiiй шароитгаги ҳароратнинг манфiiй қийматларига) қурилманинг юқори фойдали иш коэффициентда ишлаши ва ундан олинган маълумотлар (1-жадвал) табiiй шароитга органик модда таркибини мос равишга таҳлил қилиш имкониятини берди.



1-расм. Кичик қувватли кўп функцияли биогаз қурилмаси

Қурилмани мўтадил режимга ишлатиш мақсадида биореакторга қандай жараён кечаётганлигини, уни турли қўшимчалар қўшиб тезлаштириш, қўйилган камчиликларни бартараф этиш мақсадида дунё амалиётида қўлланилган услублар асосига биореакторга дастлабки хом ашёни юклаш олдидан бир неча турдаги органик моддалар қўшилди [14,15].

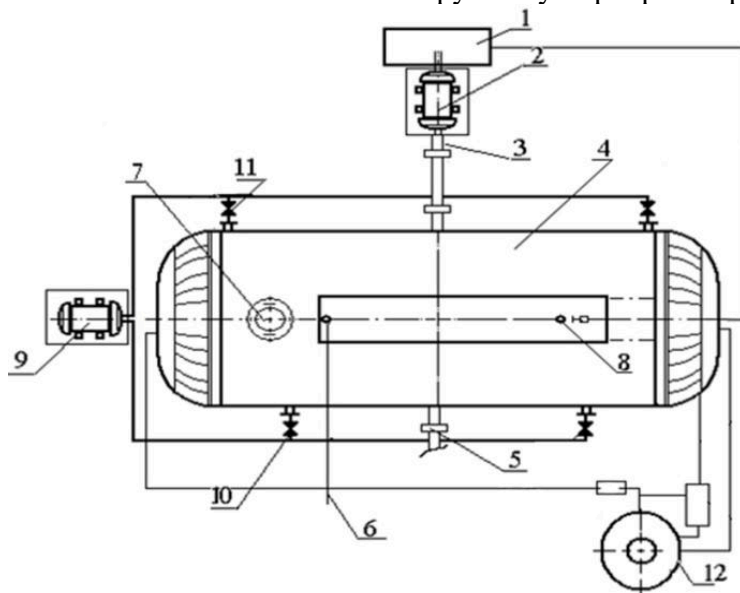
1-жадвал

Биореактордан биринчи 8 кунликга олинган органик ўғит ва газ таркибининг ўртача таҳлили (25 – октябр 2024 й. ва 14-январ 2025 й.)

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

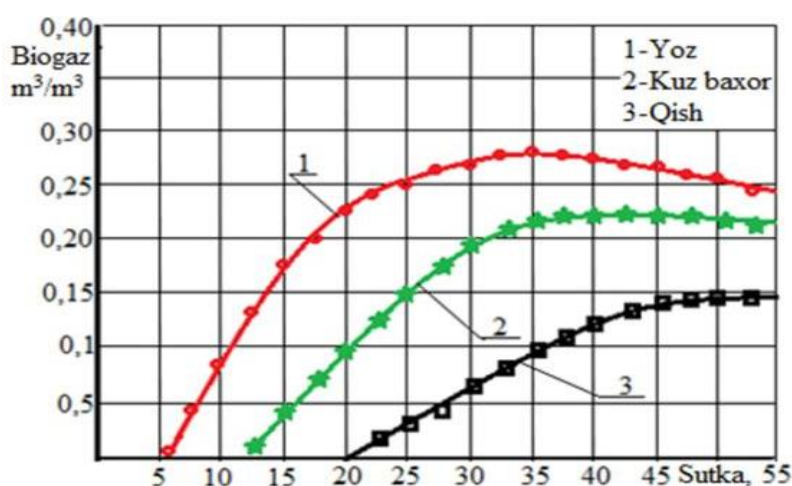
(Биокимёвий кислородга бўлган талаб – БККБТ), Кислородни кимёвий талаби - ККТ)

Тадқиқотларда лаборатория қурилмаси (1-расм) юкланган органик чиқинди таркиби, физик-механик хоссалари ва табиий ҳарорат режими назоратларни. Тажрибалар давомийлиги 33 ой (2024 - 2025 й.й.) давом этганлиги қиш ва ёз кунларини қамраб олган сабабли натижалар ҳарорат режими табиий ҳолатни акс эттирди ва иқлим шароитимиздан келиб чиқиб қурилманинг иситиш тизимига конструктив ўзгартиришлар талаби қўйилди.



2-расм. Кичик қувватли кўп функцияли биогаз қурилмаси: 1-газ ҳаво филтри; 2-двигатели; 3-компрессори; 4-биореактор; 5-қувури; 6,8-кранлар; 7-люки; 9,10,11-насослар; 12-иситиш қозони

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



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

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

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

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

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

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

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

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

бу ерда C_c —биореактордаги биомассанинг ўртача иссиқлик сифими, МЖ/кг·К; $T_{\text{б.х}}$ — бижғиш жараёнининг ҳарорати, К; $T_{\text{н.б.х}}$ —биореакторга юклагаётган биомасса ҳарорати, К; η — жараённинг самаранорлик коэффиценти.

Органик чиқиндиларнинг ҳарорати уларни биореакторларга юклаб олиш усулига боғлиқ бўлади. Бунга органик чиқиндиларнинг ҳосил бўлиш манбалари очиқ атмосфера ҳавосига жойлашган бўлса ҳарорати атмосфера ҳавоси каби ўзгарувчан бўлади [15]. Агар органик чиқиндилар ҳосил бўлиш шарт шароитига қараб ёпиқ биноларга йиғилаётган бўлса бионинг ички ҳароратига тенг деб олиш тавсия этилади.

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

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

бу ерда κ - иссиқлик бериш коэффиценти, $W/m^2 \cdot K$; $T_{\text{м.о'ж}}$ -биогаз қурилмаси ўргатиладиган муҳитнинг ўртача ҳаво ҳарорати, K ; F -биореактор қурилмасининг ташқи муҳит билан туташган юзаси, m^2 ;

Юқоридаги ҳолатга ҳарорат бериш коэффиценти аниқлаб олсак қуйидаги ифодани беради:

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

бу ерда, $\frac{1}{\alpha_1}, \frac{1}{\alpha_2}$ – мос равишда органик чиқиндидан биореакторнинг ички юзасида ва биореакторнинг иссиқлик ҳимоясининг ташқи юзасидан атроф-муҳитга иссиқлик беришга қаршилиги; $\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – биореакторнинг деворлари материалининг иссиқлик ўтказувчанлигининг умумий иссиқлик қаршилиги ($\delta_{\text{невор}}/\lambda_{\text{невор}}$). Кўпчилик ҳолларга амалиётда биореакторларни устки қисми кўп қатламли ҳимоя матолари билан ўралиб қўйилди. Бундай ҳолатларга ҳар бир қатламнинг ҳисоб-китобларини алоҳида аниқлаб олинди.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Фойдаланилган адабиётлар

1. O‘zbekiston Respublikasining Prezidenti Sh. Mirziyoyevning Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to‘g‘risidagi Qonuni. Toshkent sh., 2019-yil 21 may, O‘RQ-539-son.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti qarori. “Iqtisodiyotning energiya samaradorligini oshirish va mavjud resurslarni jalb etish orqali iqtisodiyot tarmoqlarining yoqilg‘i-energetika mahsulotlariga qaramligini kamaytirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”. Toshkent shahri, 10 iyul 2020-yil.
3. <file:///D:/Downloads/mirovoy-rynok-gaza-otsenka-potentsiala-osnovnyh-napравleniy-i-iskov.pdf>
4. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года. Проект. Режим доступа: http://www.energystrategy.ru/Docs/ES-2035_1.pdf.
5. Energy Information Administration. Prices. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.eia.gov/dnav/ng/hist/rngwhhdA.htm>
6. <https://www.iea.org/reports/renewables-2023/special-section-biogas-and-biomethane>.
7. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 02.12.2022 yildagi PQ-436-son
8. Liu D.W., Liu D. P., Zeng R.J., Angelidaki I. 2006. Hydrogen and methane production from household solid waste in the two-stage fermentation process. ‘Water Research. 40(11): 2230 - 2236.
9. Satyanarayana T, Raghukumar C, Shivaji S. Extremophilic microbes: Diversity and perspectives. Current Science. 2005; 89:78–90.
10. Boone D. R. – Mixed –culture ferment or for simulating metanogenic digesters. – Appl. Environmental Microbial., 1984, vol.48, № 1, p.122-126
11. Hashimoto A. S. effect of mixing duration and wacum on methane rgoduotion rate from beef coltle waste // biotechnol-1982.- vol. -24, 9-23 p.
12. Imomov.Sh, Kayumov.T, Mamadalieva.Z. Substantiation The Parameters Of The Primary Processing In Installation Based Of RenewabLe Energy. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agricultureand Rural DeveLopment VoL. 18, Issue 4, 2018 PRINT ISSN 2284-7995, E-ISSN 2285-3952, -157-162 p.
13. B. Wu Three-dimensional numerical simulation model of biogas production for anaerobic digesters [Текст] / B. Wu, E.L. Bibeau, K.G. Gebremedhin. // Canadian biosystems engineering. – 2009. – №51. – p. 8.1–8.7
14. Yang S.S., Liu C.M., Liu Y.L. Estimation of methane and nitrous oxide emission from animal production sector in Taiwan during 1990–2000 // Chemosphere. – 2003. – V. 52, No 8. – P. 1381–1388.
15. Desjardins R.L., Kulshreshtha S.N., Junkins B., Smith W., Grant B., Boehm M. Canadian greenhouse gas mitigation options in agriculture // Nutr. Cycl. Agroecosys. – 2001. – V. 60, No 1–3. – P. 317–326.