

**BIOENERGETIKA.BIOMASSA ENERGIYASI//БИОЭНЕРГЕТИКА.
ЭНЕРГИЯ БИОМАССЫ//BIOENERGY. BIOMASS ENERGY.**

УО‘К 662.997.715.1

DOZATORLI BIOGAZ QURILMASINING TAJRIBA TADQIQOT TAVSIFI**Shodiyev Erkin Boyjigitovich-mustaqil izlanuvchi**E-mail: shodiyeverkin@umail.uz Tel: (97) 464-04-78

Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti, Buxoro, O‘zbekiston

Bog‘lanish uchun: Shodiyev Erkin Boyjigitovich-mustaqil izlanuvchiE-mail: shodiyeverkin@umail.uz

Annotatsiya. Kirish: Qishloq xo‘jaligi organik chiqindilarini anaerob sharoitda fermentatsiyasi talablari asosida ishlovchi ko‘p funksiyali biogaz qurilmasining samarador konstruksiyasi to‘g‘risida ma‘lumotlar keltirilgan. Bunda reaktorining hajmi 30 m³ bo‘lgan biogaz qurilmasining, organik chiqindilarni me‘yorlab solish uskunasi bilan ta‘minlanganligi va uning qurilma samaradorligiga ta‘sirini o‘rganish borasida o‘tkazilgan nazariy va amaliy tadqiqotlar natijalari berilgan. Ayniqsa chiqindilarni me‘yorlab solishda matematik regression hisoblariga rioya qilganda ijobiy samaradorlikka erishilganligi maqolada bayon etilgan.

Usul va materiallar: Tajriba – ishlab chiqish qurilmasida tajribalar o‘tkazishda organik chiqindilarga anaerob ishlov berish qurilmalarida tajribalar o‘tkazish umume’tirof etilgan usullardan foydalandik [8,9].

Natijalar: Tajriba bioreaktoridan olinayotgan biogazning tarkibi O‘zbekneftgazning “АО Нефтьгазисследование” Xorazm viloyatida joylashgan filialiga tajriba namuna olish talablari darajasida tayyor holga keltirib tekshirib berish uchun jo‘natib turildi[10].

Xulosa: Organik chiqindilarga pog‘onali ishlov berishda biogaz qurilmasining asosiy ko‘rsatkichlari sifatida aralashtirishlar soni, aralashtirishlar tezligi va aralashtirishlar davomiyligi qabul qilinib uning qiymatlarini aniqlashda tajribalarni rejalashtirish usulidan foydalanildi.

Kalit so‘zlar: organik chiqindi, regression, anaerob, me‘yorlab solish, mol go‘ngi, bioreaktor, temperatura.

Дата поступления: 27.06.2024. После обработки: 10.07.2024. Принято печать: 17.09.2024

УДК 662.997.715.1

**ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОГАЗОВОЙ
УСТАНОВКИ С ДОЗОЙ****Шодиев Эркин Бойжигитович-соискатель**E-mail: shodiyeverkin@umail.uz Тел: (97) 464-04-78

Бухарский институт управления природными ресурсами, Бухара, Узбекистан

Аннотация: Введение. в данной статье представлена информация об эффективной конструкции многофункционального биогазового устройства, работающего на основе требований к сбраживанию сельскохозяйственных органических отходов в анаэробных условиях. Здесь приведены результаты теоретических и практических исследований по обеспечению биогазового устройства объемом реактора 30 м³,





оборудования для нормализации органических отходов и изучению его влияния на эффективность устройства. Утверждается, что положительная эффективность была достигнута, особенно при соблюдении математических регрессионных расчетов при нормировании отходов.

Метод и материалы: Эксперимент – при проведении экспериментов в устройстве разработки мы использовали общепринятые методы проведения экспериментов в устройствах анаэробной очистки органических отходов [8,9].

Результаты: Состав биогаза, полученного из экспериментального биореактора, был отправлен в филиал Узбекнефтегаза «АО Нефтегазисловение», расположенный в Хорезмской области, для испытаний в соответствии с требованиями к экспериментальному отбору проб.

Заключение: Число смешивания, скорость смешивания и продолжительность смешивания были приняты в качестве основных параметров биогазовой установки при ступенчатой переработке органических отходов, а для определения их значений использован метод планирования экспериментов.

Ключевые слова: урнические отходы, регрессия, анаэробные, нормирование, навоз кротов, биореактор, температура.

UDC 662.997.715.1

DESCRIPTION OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF A BIOGAS PLANT WITH DOSE

Shadiev Erkin Boyjigitovich-

E-mail: shodiyeverkin@umail.uz Tel: (97) 464-04-78

Bukhara Institute of Natural Resources Management, Bukhara, Uzbekistan

Abstract: this article presents information about the effective design of a multifunctional biogas device operating on the basis of requirements for the fermentation of agricultural organic waste under anaerobic conditions. Here are the results of theoretical and practical studies on the provision of a biogas device with a reactor volume of 30 m³, equipment for the normalization of organic waste and the study of its effect on the efficiency of the device. It is claimed that positive efficiency has been achieved, especially if mathematical regression calculations are followed when rationing waste.

Method and materials: Experiment - when conducting experiments in the development device, we used generally accepted methods for conducting experiments in devices for anaerobic treatment of organic waste [8,9].

Results: The composition of the biogas obtained from the experimental bioreactor was sent to the branch of Uzbekneftegaz JSC Neftgazislovovanie, located in the Khorezm region, for testing in accordance with the requirements for experimental sampling [10].

Conclusion: Mixing number, mixing speed and mixing duration were taken as the main parameters of a biogas plant in the stepwise processing of organic waste, and the design of experiments method was used to determine their values.

Keywords: urn waste, regression, anaerobic, rationing, mole manure, bioreactor, temperature.

Kirish

Jahonda bugungi kunda qishloq xo‘jaligining rivojlanishida chiqindilardan biogaz va o‘g‘it olishga katta ahamiyat berilmoqda. Amaliyotda organik chiqindilarni anaerob qayta ishlash, ulardan muqobil energiya olish, issiqxona gazlarini isrofgarchiligini kamaytirish istiqbolli yo‘nalishlardan biri qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan biogaz va o‘g‘it olish jarayonining samaradorligini oshirish, qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan qayta tiklanadigan energiya olish



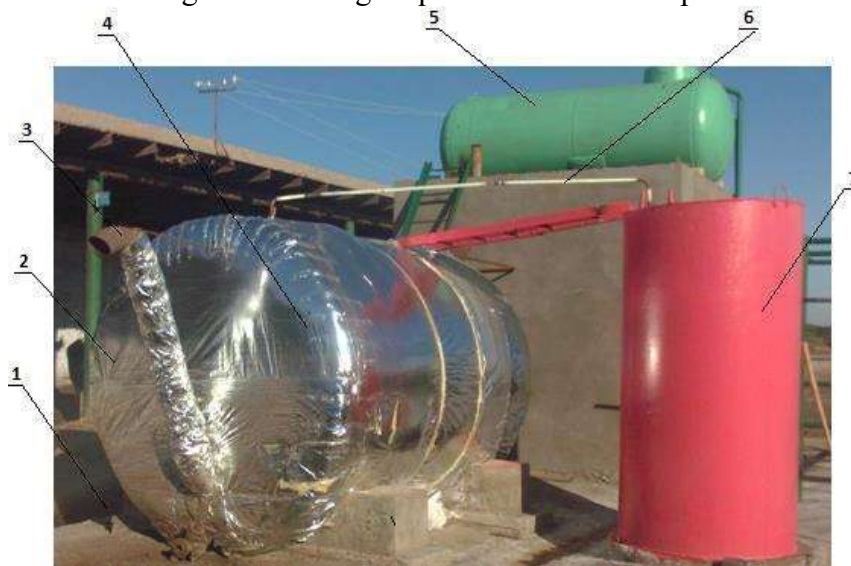


energetik qurilmalarida anaerob jarayonni pog'onali amalga oshirish usuli va qurilmalarini ishlab chiqish eng asosiy vazifalardan biri bo'lib kelmoqda.

Bioreaktorga yuklanadigan kundalik organik chiqindi harorat rejimining barqaror bir holati uchun (termofil rejimi) bioreaktorga organik chiqindining kundalik miqdorini 10,15,20,25 va 30 % qilib ularni 1 marotabadan 8 marotabagacha (bo'laklarga bo'lib) orttirib borish qiymatlarga o'zgartirilib bioreaktordan olinadigan biogazning miqdorini va organik o'g'it sifat tarkibini aniqlab olishga e'tibor qaratildi.

Laboratoriyada tajribalar o'tkazish qurilmasi organik chiqindilarni dastlabki tayyorlash idishidan, me'yorlagich, ko'p funksiyali tajriba ishlab chiqarish bioreaktori, anaerob bijg'itishdan hosil bo'lgan biogazni yig'ish gazgolderi va organik o'g'itni yig'ish idishlari isitish qozonxonasi va o'lchov uskunalaridan tashkil topdi. Bulardan tashqari harorat, hosil bo'lgan gaz bosimini o'lchash va nazorat qilish qurilmalari bilan jihozlandi. Tajriba ishlab chiqarish qurilmasining umumiy ko'rinishi 1- rasm keltirilgan.

Qurilma yotiq silindr shaklidagi qo'zg'almas qilib joylashtirilgan 10 m³ li 4 mm qalinlikdagi po'lat listdan, diametri 3500 mmli qilib tayyorlandi. Biogaz qurilmasi tashqi tomonidan haroratdan himoya qatlab bilan o'ralib isitish qurilmasi bioreaktorning ichida gorizontal shaklda pastki devordan 50 mm balandlida joylashtirilgan issiqlik almashtirigich (2-rasm a) biomassani bioreaktorda dastlabki tayyorlash idishi (2,b-rasm), zaruriy aralashtirish uchun aralashtirish kurakchalari bir biriga nisbatan 120° ostida joylashtirilgan aralashtirgich-qirg'ichlar aralashtirish dastagi iborat bo'lgan qurilmadan tashkil topdi.

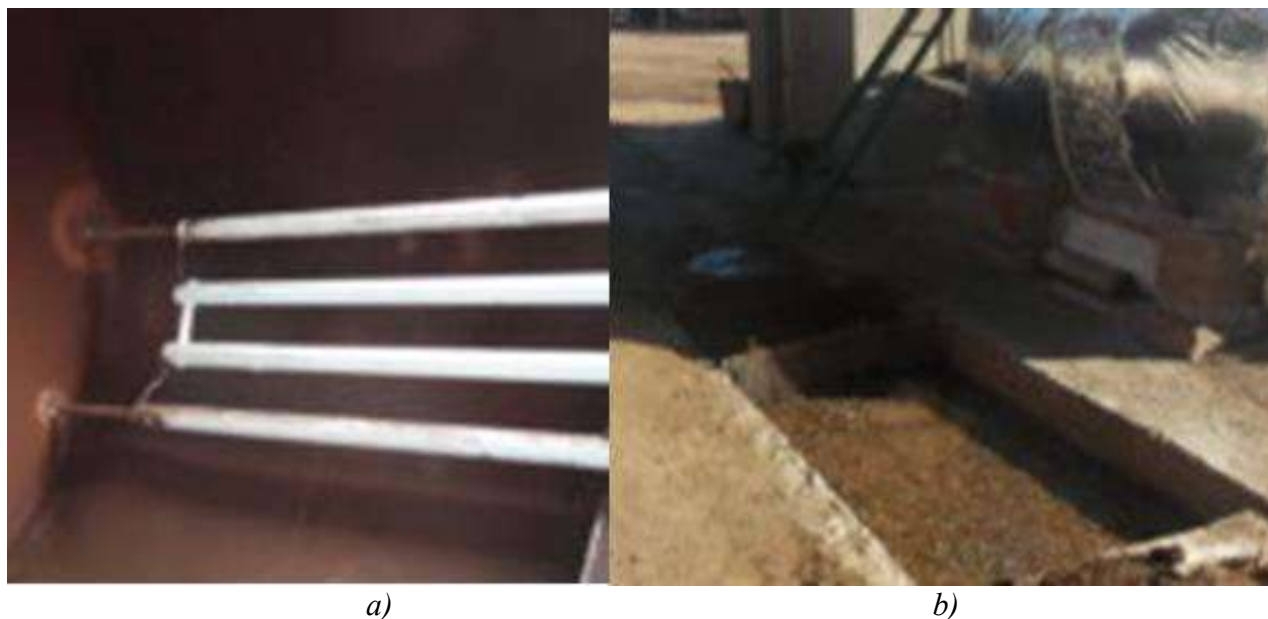


1-rasm. Tajriba - ishlab chiqarish qurilmasining umumiy ko'rinishi.

Figure 1. Overview of the experiment - production device.

1-organik chiqindilarni dastlabki tayyorlash idishi; 2 - bioreaktor; 3 – organik chiqindini to'kib olish quvuri; 4–haroratdan himoya qilish “SENDVICH – 100 mm”; 5-mollarni yuvintirish uchun issiq suv saqlash idishi; 6 – past bosimli biogaz quvuri; 7 – gazgolder (3m³).

Qurilma Xorazm viloyati Xiva tumanining Turkmaniston davlati bilan chegaradosh bo'lgan cho'l zonasida joylashgan “Yo'ldosh Majid” fermer xo'jaligida boqilayotgan 375 qoramol firmasining boqilayotgan buqalar go'ngini qayta ishlashga mo'ljallanganli, qurilmaga elektr energiyasi keltirish imkoni yo'q edi. Shuning uchun qurilma uchun mo'ljallangan avtomat boshqaruv pulti o'rnatilmadi va barcha jihozlar qo'lda boshqarishga mo'ljallandi. Birinchi 10 kunlikda biogaz chiqarib olish va uni harorat rejimiga chiqarib olish zarurati borligi tufayli qurilma 11 kundan boshlab tashqi tomonidan issiqlikdan himoya moslamasi bilan o'raldi. Issiqlikdan himoya matosi harorat yo'qolishini kamaytirish va tabiiy ob havoning o'zgarishlarini bioreaktordagi jarayonga ta'sirini kamaytirish maqsadida issiqlikdan himoyalovchi bo'yog'i va termik qarshiligi $R_{iz} = 2,15 \text{ K}\cdot\text{m}^2/\text{Vt}$ “SENDVICH” tipidagi issiqlikni himoyalovchi qobiqdan foydalandik.



2 - rasm. a- bioreaktor isitkichi; b-organik chiqindini taslabki tayyorlash idishi va me'yorlagich qurilmasi.

Fig.2. a- bioreactor heater; b- organic waste sample preparation tank and metering device.

Bioreaktorga kundalik yuklanadigan organik chiqindi miqdori me'yorlagichning to'liq hajmini 1/3 qismini tashkil qildi. Me'yorlagichdagi organik chiqindining hajmi litrlarda o'lchanib belgilab olindi va texnologik talab bo'yicha 5% dan 30 % miqdordagi o'zgarishlarda muayyan talabini bajaradigan holatga keltirilib yasaldi.

Kundalik yuklanadigan miqdorning 3 sutkalik zaxira idishi betondan yasalgan o'ra bo'lib o'rtasidan ko'zining o'lchami 4x4 mm o'lchamli sita bilan bo'lib olindi. Molxonadan yig'ib olingan mol go'ngini toza (svejiy) holatda vaqtini o'tkazmasdan dastlabki tayyorlash o'rasiga keltirildi va toza kran suvi bilan aralashtirib namligini 96% yetkazib bioreaktorning me'yorlagichiga tayyor holatga keltrilib qo'yildi. Taklif etilgan qurilma tutash idishlar prinsipida ishlatilishini inobatga olib bioreaktorga yuklanadigan biomassa miqdori bilan qayta ishlov berilgan organik o'g'it bioreaktordan to'kib olinishi rostlanib turildi. Tayyor holatga keltirilgan organik chiqindi (mol go'ngi) qo'lda bioreaktorning me'yorlagichiga yuklandi va me'yorlagichning klapan tiqini orqali miqdori rostlanib yuklab turildi. Maydalagichda organik chiqindilarni maydalab olingandan so'ngra dastlabki tayyorlash idishida anaerob jarayon talablari asosida tayyorlab olish uchun yuklanadi. Daslabki tayorlash idishida 3 kunlik zaxirada tayyorlangan biomassa me'yorlagichga o'zining oqimi bilan oqib tushadigan qilib joylashtirilganligi tufayli dastakli klapani ochib yuklash me'yoridagi biomassa bioreaktorga yuklanadi.

Hosil bo'lgan gazni metall listdan tayyorlangan (hajmi 3 m³) umumiy yig'ish gazgolderiga yig'ib vaqti-vaqti bilan gaz gorelkasida yoqish uchun peshma-pesh sigirlarni cho'miltirishga mo'ljallangan dushga berib turildi. Anaerob jarayon natijasi hosil bo'lgan CO₂ va CH₄ ga bir oyda bir marotoba o'lchash uchun O'zbekneftgazning "АО НЕФТГАЗИССЛЕДОВАНИЕ" tashkiloti Xorazm viloyati filialiga jo'natilib turildi va tarkibi taqqoslab borish uchun berib turildi.

Har 10 kunda olingan natijalarning tahlillari taqqoslab borildi va eng yuqori ko'rsatkichlarga ega bo'lgan natijalar qayt etilgan holatlar ko'rsatkichi "Vaxta daftari" ga qayt etib borildi. Bioreaktordagi biomassani kundalik aralashtirishlar soni 6 marotaba va davomiyligi 7 ... 8 min bo'lishini inobatga olib [6,7] tajriba ishlab chiqarish qurilmasi qo'shimcha ravishda molxona qorovuli xonasida nazorat (bioreaktor bilan qorovulxona orasi 120 metrni tashkil qiladi) fakelini yoqib qo'yish joriy etish uchun diametri d=15mm metal quvur yotqizildi. Bulardan tashqari qurilmaning konstruktiv ijrosida organik chiqindining tasnifidan kelib chiqib, me'yorlagich bioreaktordan yuqori bo'lgan joyda o'rnatildi.



Usul va materiallar

Tajriba – ishlab chiqish qurilmasida tajribalar o'tkazishda organik chiqindilarga anaerob ishlov berish qurilmalarida tajribalar o'tkazish umume'tirof etilgan usullardan foydalandik [8,9].

Tajribalarimiz asosan yoz oyining 12-iyundan 28-avgustgacha bo'lgan vaqt oralig'ida o'tkazilganligi inobatga olinsa tajriba sinov biogaz qurilmasi o'rnatilgan joyning atrof muxitidagi o'rtacha harorat 28°C bo'lib kunduz kunlari (kunning davomiyligi inobatga olinib) 36°C tashkil etishi biogaz olish tajriba qurilmasiga tabiiy sharoitdagi harorat rejimini ta'minlash imkonini berdi. Boqilayotgan bo'qalar saqlanish joyi janub tomonga, quyosh to'g'ridan – to'g'ri tushishini inobatga olib go'ngning tabiiy harorati o'rtacha 21°C ni tashkil qildi.

Qurilmani tajribalarga tayyorlash quyidagi ketma-ketlikni amalga oshirildi: -dastlabki tayyorlash idishiga go'ngni molxonadan olib kelib solish va uni me'yorlagichga solish uchun tayyorlash;-go'ngni tajribalar uchun namligini va maydalanganlik darajasini, haroratini nazoratlash va saqlashga tayyorlash;-tayyor go'ngni me'yorlagichdan bioreaktorga yuklash liniyasini tayyorlash; -bioreaktorda hosil bo'lgan biogaz tarkibini aniqlash uchun namunalar olish tizimini tayyorlash;

- jarayonni nazoratlash qurilmalarini nazoratlash; - anaerob qayta ishlov berilgan bioo'g'itni yaroqlilik holatini baholashga tayyorlash va tahlilini o'tkazish uchun yetkazib berish tizimini ishga tayyorlash.

Tajriba bioreaktoridan olinayotgan biogazning tarkibi O'zbekneftgazning "AO Neftgazissledovaniye" Xorazm viloyatida joylashgan filialiga tajriba namuna olish talablari darajasida tayyor holga keltirib tekshirib berish uchun jo'natib turildi[10].

Tajribani uch marta takroriy uslubda o'tkazildi. Har bir tajribadan oldin qurilmaga me'yorlab solinadigan organik chiqindi tarkibi qayta tekshirilib solishga tayyor qilindi. Tajriba ishlab chiqarish qurilmasidagi anaerob jarayondagi barcha ko'rsatkichlar har 4 soatda nazorat qilib vaxta jurnaliga yozib borildi.

Tahlillar uchun olingan organik bioo'g'itning tarkibini tekshirish maqsadida O'zbekiston respublikasi sog'liqni saqlash vazirligiga qarashli (Yunusobod DSENМ) nazorat tahlil korxonasiga berilib turildi va tahlillar olib turildi.

Tajriba ishlab chiqarish qurilmasida qator tajribalarda kundalik yuklanadigan me'yor har bir tajribadan so'ng o'zgartirish oldidan taxlillar jarayonini o'tash uchun 5 sutka tutib turildi va uch martadan takroriy tajribalar o'tkazildi va rejimining o'zgarishi tajribalar daftariga qayd qilib borildi. Tajribalar o'tkazish davomiyligi cho'zilishini inobatga olib harorat rejimi, organik chiqindi namligi, pH miqdor va siljishdagi zo'riqish hamda biomassa tarkibidagi quruq organik moddalar ma'lum uslubda [7,8] aniqlandi va ketma-ketligi o'zgartirilmadi. Tajriba ishlab chiqarish qurilmasidagi harorat rejimini doimiyligi termofil rejimiga chiqarib olish uchun dastlabki hosil bo'lgan biogazni gaz gorelkasida yondirib isitkichga suvli issiqlik tashuvchi bilan isitishni yo'lga qo'yildi. Tajribalarda faqat yuklanadigan toza organik chiqindini harorat rejimiga ko'tarib olish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori zarur bo'ldi. Tajriba ishlab chiqarish qurilmasidagi biomassani metanogenez talablari darajasida aralashtirish mexanik usulda ishlovchi dastakli aralashtirgich bilan sutkada aralashtirishlar soni 6 marotaba qilib belgilanganligini va davomiyligi 7 ... 8 min bo'lishini inobatga olib [11] qo'lda aralashtirilib turildi. Tadqiqotlarda texnologik va geometrik ko'rsatkichlarini aniqlash maqsadida o'tkaziladigan uch marotaba takrorlikda o'tkazishga mo'ljallandi va tajriba bioreaktordagi biomassaning aralashtirish tezlikligi v ning turli (2; 3; 4; 5; 6; 7 km/soat) qiymatlarida biogaz miqdori V ning yuklanadigan toza go'ng miqdorlari (10,15,20,25 va 30 %) ning organik chiqindilardan olinadigan biogazga bog'liqlik qiymatlari aniqlandi.

Natijalar

Tajriba ishlab chiqarish qurilmasida tadqiqotlarni o'tkazishdan oldin tadqiqotlarni necha marotaba o'tkazish sonini aniqlab olish talabidan kelib chiqib anaerob jarayonning murakkabligi tajribalar ishonchliligi va davom etish vaqti juda ko'p vaqtni talab etish shartlaridan kelib chiqib tajribalar takroriyligi, soni o'tkazilgan dastlabki tajribalarga asoslangan holda aniqlab olindi va u





uch marotaba takrorlanishi belgilab olindi. Bunda B. Dospexov va S.Melnikov lardan [5,6,7,8] me'yorlab yuklash ko'rsatkichning o'rtacha kvadrat cheklanishini anqlab olish mumkin:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (a_i - x_i)^2}{p-1}}. \quad (1)$$

Bunda me'yorlab yuklash ko'rsatkichni o'rtacha kvadrat ko'rsatkichi

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{p}, \quad (2)$$

bu yerda a_i -i marta takrorlangan qiymat ko'rsatkichi; $r=3$ - tajribalarni takrorlanish soni; σ - juz'iy o'zgarishlar; V_j - juz'iy o'zgarishlar koeffitsiyentlari aniqlab olindi [5-11]:

$$V_j = \sigma / \bar{x} 100\% . \quad (3)$$

Molxona organik chiqindilarini A. Ovsyannikov tomonidan o'tkazilgan tajribalar (keskin o'zgaruvchan tarkib deb qaralgan) uslubi asoslaridan foydalanib tajribalarimizdagi takrorlanishlar sonini aniqlandi va u ishonchlilik ehtimolligini α olindi. Bu ko'rsatkich tajribalar davomida $\alpha = 5\%$, $P \geq 0,90$ bo'ldi (R -ishonchlilik darajasi).

Tanlangan ehtimollik Styudent - Fisher jadvalidagi ko'rsatkich aniqligi k va ishonchlilik ko'rsatkichi q topib (umumetirof etilgan qoidaga binoan) olindi, so'ng tajribalar takrorlanish soni aniqlab olindi.

O'tkaziladigan tajribalar soniga nisbatan, parametrlarning o'zgarishi bo'yicha korrelatsion bog'lanish natijalarini aniqlash talab etildi va u aniqlanib jadval shaklida tasvirlandi.

Tajribalar natijasida olingan qiymatlar yuklashni me'yorlash jarayon modelini regressiya tenglamasi shaklida keltirish imkonini beradi va uni quyidagi shaklda yozish mumkin bo'ladi [12,13]:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i=1}^n b_{ij} x_j x_i, \quad (4)$$

bu yerda

y - maqsadli funksiya.

Ma'lumki rotatabelli tajribalarni rejalashtirish regressiya tenglamasi koeffitsiyentini aniq formula orqali quyidagicha topish mumkinligi aniq:

$$b_0 = 0,5 \sum_{n=1}^N \bar{y}_u - 0,125 \sum_{u=1}^N \sum_{i=1}^n x_{iu}^2 \bar{y}_u. \quad (5)$$

$$b_i = 0,0417 \sum_{u=1}^N \sum_{u=1}^N x_{iu} \bar{y}_u. \quad (6)$$

$$b_{ij} = 0,0625 \sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} \bar{y}_u. \quad (7)$$

$$b_{ii} = 0,03125 \sum_{u=1}^N x_i^2 \bar{y}_u + 0,026 \sum_{u=1}^N \sum_{i=1}^n x_{iu}^2 \bar{y}_u - 0,125 \sum_{u=1}^N \bar{y}_u. \quad (8)$$

Ikkinchi tartibli matematik model qilib olinganidan so'ng, optimum atrofida otklik yuzasidagi tarkibni o'rganish bilan optimum koordinatalarini aniqlab olsak bo'ladi.

Xulosa

Organik chiqindilarga pog'onali ishlov berishda biogaz qurilmasining asosiy ko'rsatkichlari sifatida aralashtirishlar soni, aralashtirishlar tezligi va aralashtirishlar davomiyligi qabul qilinib uning qiymatlarini aniqlashda tajribalarni rejalashtirish usulidan foydalanildi.

Tajriba biogaz qurilmasida asosiy tajribalarni boshlashdan oldin ularning qaytarilishlar sonini dastlabki tajribalar o'tkazib aniqlab olindi va uni uch marotaba takrorlash orqali o'tkazish aniqlandi. O'tkaziladigan tajribalar soniga nisbatan, parametrlarning o'zgarishi bo'yicha korrelatsion bog'lanish natijalari aniqlash uslubidan foydalanish qulay.

Olingan natijalarni ikkinchi tartibli tenglamalarda bioreaktor unumini optimal qiymatini topish metodikasida yuza otklikini hamda ekstremum nuqtalarini topish usulidan foydalanildi va aniqlandi.

Uchta faktorli - o'zgaruvchilik funksiyalarning ekstremumini topish masalasi hosilani nolga tenglash hisobi uslubi bilan aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1] Altafini C, Wander P. & Barreto R., Prediction of the working parameters of a wood waste gasifier through an equilibrium model Energy Conversion and Management, 2003, 44, pp. 2763-2777.





- [2] Imomov, S., Sultonov, M., Aynakulov, S., Usmonov, K., &Khafizov, O. (2019). Mathematical Model of the Processes of Step-By-Step Processing of Organic Waste. In International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2019. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ICISCT47635.2019.9011929>
- [3] Imomov, S., Kholikova, N., Alimova, Z., Nuritov, I., &Temirkulova, N. (2019). Oil purification devices used in internal combustion engines. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 9(1), 3103-3107. <https://doi.org/10.35940/ijitee.A9141.119119>
- [4] Salimov O, Imomov Sh, Nuritov I, Usmonov K 2019 Renewable energy sources, Tashkent Sparks of Literature, Tashkent. [24] Imomov Sh, Qayumov T 2019 International Conference on Science, Education and Innovation, Tashkent, pp 251 - 257.
- [5] Imomov Sh, Kayumov T, Usmonov K, Imomov Sh, Nuritov I 2019 Journal of Agro-economics 2019 99 -101. [26] Komilov OS, Astanov SKh, Safarov OF, Sharipov MZ, Faizullaev AR, Tillaev L 2009 Applied Solar Energy 45(4) 262-265.
- [6] Komilov OS, Sharipov MZ, Rizokulov MN, Majitov JA 2019 Methods of thermal calculation of solar desalination installations in non-stationary conditions of their operation, Solar energy: Trends of researches and developments, Tashkent, pp 38-39. [28] Komilov OS, Sharipov MZ, Majitov JA, Tilloev LI 2020 Development of Science and Technology 3 153-159.
- [7] Мажитов Ж.А.” Биогаз олиш жараёнида ҳарорат меъёри ва унинг физик –механик ҳисоби”././ Қайта тикланадиган энергия манбалари: илмий тадқиқотлар, инновацион технологиялар ва ишланмалар республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами 16-17 октябрь Қарши 2020 йил. 111-114.б.
- [8] Vondra M., Touš M., Teng S.Y. Digestate evaporation treatment in biogas plants: A technoeconomic assessment by Monte Carlo, neural networks and decision trees (2019) Journal of Cleaner Production, 238, статья № 117870
- [9] Tikhonravov V.S. Resource-saving biotechnologies for the production of alternative fuels in animal husbandry // Scientific and Analytical Review - FGBNU Rosinformagrotekh - Moscow, 2011. - 52 p.
- [10] Nesse A.S., Sogn T., Børresen T., Foer Reid B. Peat replacement in horticultural growth media: the adequacy of coir, paper sludge and biogas digestate as growth medium constituents for tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and lettuce (*Lactuca sativa* L.)(2019) Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science, 69 (4), pp. 287-294.
- [11] Weinand J.M., McKenna R., Karner K., Braun L., Herbes C. Assessing the potential contribution of excess heat from biogas plants towards decarbonising residential heating (2019) Journal of Cleaner Production, 238, статья № 117756,
- [12] Shin S.G., Han G., Lee J., Shin J., Hwang S. A snapshot of microbial community structures in 20 different field-scale anaerobic bioreactors treating food waste (2019) Journal of Environmental Management, 248, статья № 109297,
- [13] De Sanctis M., Chimienti S., Pastore C., Piergrossi V., Di Iaconi C. Energy efficiency improvement of thermal hydrolysis and anaerobic digestion of *Posidonia oceanica* residues (2019) Applied Energy, 252, статья № 113457,
- [14] De Sanctis M., Chimienti S., Pastore C., Piergrossi V., Di Iaconi C. Energy efficiency improvement of thermal hydrolysis and anaerobic digestion of *Posidonia oceanica* residues(2019) Applied Energy, 252, статья № 113457

Correspondence: Shodiyev Erkin Boyjigitovich

E-mail: shodiyeverkin@umail.uz

