

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
Механіко-технологічний факультет
Кафедра сільськогосподарських машин
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



Київ – 2024

ББК40.7
УДК 631.17+62-52-631.3
JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42
З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 532 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.

Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.

Тонха О.Л. – д.с.-г.н., проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.

Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.

- застосований метод має забезпечувати високу продуктивність процесу, оскільки для достовірного визначення технічного стану системи живлення потрібний великий обсяг діагностичної інформації.

Список використаних джерел

1. Практичні основи діагностування автомобільних двигунів : навч. посіб. / Мигаль В. Д., Корогодський В. А., Воронков О. І., Нікітченко І. М. Харків : ХНАДУ, 2021. 412 с.

2. Розум Р. І., Буряк М. В., Попович П. В., Прогній П. Б., Захарчук О. П. Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2022. № 1. С. 138–142.

3. Колобов К.С. Дослідження впливу несправностей систем та механізмів дизеля на його екологічні, енергетичні показники та температуру відпрацьованих газів. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Сер. Технічні науки. 2018. Вип. 1, т. 29 (68), ч. 3. С. 103–108.

4. Кищун В. А., Боровицький І. О. Сучасні методи діагностування паливних насосів високого тиску системи живлення Common Rail. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер. Технічні науки. 2016. № 2. С. 94–101.

УДК 662.767.2

METHODS OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF BIOGAS PLANTS

Skliar R., Akulov V.

Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University

The use of biogas plants has a positive agrotechnical result. Thanks to the use of biofertilizers, as a result of the processing of these plants, soil fertility is restored, which in the future will have a positive effect on productivity. However, despite the positive effects of anaerobic treatment of manure in biogas reactors, a serious obstacle to their use in agriculture is their relatively low energy efficiency during biogas production (up to 60% of the released biogas is used by the plant for its own needs) [1]. At the same time, the heat contained in the effluent is an additional energy reserve, which should be used whenever possible to heat the loaded substrate and compensate for heat losses in the reactor [2].

If substrate moisture content of 90-95% is processed, then anaerobic fermentation in this case is an energy-intensive process. At the same time, a significant amount of biogas energy is consumed. Analyzes of energy

consumption to support the process show that the main part of it is spent on heating the substrate to the fermentation temperature [2].

Increasing the energy efficiency of energy generation systems based on the anaerobic treatment of livestock waste is an important aspect that can make these systems more productive and economically viable. The main methods of increasing energy efficiency are optimization of the anaerobic process, modernization of technological systems and integration with other energy sources.

Methods of increasing the energy efficiency of energy generation systems based on anaerobic treatment of livestock waste [3]:

- additive to processed waste of high-energy substrates (grain, silage, clover mixture, etc.);
- direct heat energy recovery (substrate/effluent);
- thermal energy recovery using thermotransformers;
- additive to processed waste of high-energy substrates;
- preliminary aerobic heating of the substrate

Direct heat energy recovery. Spiral heat exchangers of the «influent-effluent» type are usually used as heat exchange devices. However, schemes in which the influent passes through the effluent accumulator have a simpler design solution, but in these cases a relatively small part of the energy is used again due to losses in the sludge accumulator.

The disadvantages of this technology are that livestock (poultry) organic waste, as a rule, has significant stickiness, viscosity and is very diverse in its dispersed composition. Therefore, the speed of movement of the substrate should be at least 3-5 m/s, due to which the heat of the effluent does not have time to be transferred to the substrate loaded into the methane tank.

Recovery of thermal energy using thermotransformers. It helps reduce energy consumption and CO₂ emissions, which helps to improve the environmental sustainability of processes and reduce heating and production costs. The main drawback of this technical solution is the formation of deposits on the heat exchange surfaces from the manure, which leads to significant losses of thermal power or the need for a significant increase in expensive heat exchange surfaces. Another disadvantage is the low intensity of the main processes that determine the productivity of the technological line «receiving tank - bioreactor - settling tank».

Preliminary aerobic heating of the substrate. During the aerobic decomposition of organic substances, a significant amount of heat is generated, which, under certain conditions, can raise the temperature of the substrate to 70°C. Since this heat energy comes from the same substances that remove biogas, the two-stage fermentation process, which consists of an aerobic phase to produce heat and an anaerobic phase to produce gas, is always associated with less gas. In addition, aerobic fermentation (or composting) [2] is possible without additional

energy costs (except for preparation) only in the presence of solid and moist organic material with a porous structure that promotes gas exchange [3]. On the contrary, liquid substrates require large amounts of energy to provide air with simultaneous intensive mixing, and this, in turn, negatively affects the overall energy balance. Additional costs, both for energy and funds, also increase significantly in this case [4].

Considering the optimization of biogas production processes, one can focus on several key aspects [2,3]:

1) development of new technologies and methods for optimization of the entire process of biogas production - improvement of the design of bioreactors, optimization of fermentation processes, improvement of control and automation systems, as well as implementation of intelligent monitoring and control systems.

2) effective management of heat and mass flows inside the bioreactor to ensure optimal fermentation conditions – introduction of sophisticated heat exchange systems, temperature and humidity control, as well as optimization of substrate and air supply modes.

3) research and development of methods of using various substrates for biogas production - the use of agricultural waste, sewage, organic waste, as well as specially grown energy crops.

4) the use of energy-efficient equipment and technologies to reduce energy consumption in the process of biogas production - the use of highly efficient compressors, pumps and heat exchangers, as well as the introduction of energy-saving systems and the use of renewable energy sources.

5) the use of mathematical modeling and optimization methods for the analysis and improvement of biogas production processes will allow predicting the effectiveness of various management strategies and determining the optimal parameters of the system.

Possible ways to increase the efficiency of energy generation and the overall operation of the system:

1) automation of grinding and mixing. Installation of high-performance shredders and homogenizers for uniform preparation of waste.

2) dosed supply of raw materials with density and viscosity sensors for uniform supply of the substrate to the fermenter.

3) heat treatment will help reduce pathogens and promote a quick start of fermentation.

4) automatic temperature control systems. Installation of sensitive temperature sensors with automatic control of heating or cooling to maintain a stable temperature (optimally 35-38°C for mesophilic mode).

5) use of insulating materials for fermenters to minimize heat loss.

6) the use of heat exchangers, which will use heat from waste streams, can significantly improve energy efficiency.

7) complex biogas purification systems. Membrane filters, adsorption units based on activated carbon or zeolites can significantly improve the quality of biogas.

8) use of moisture traps and cooling columns to reduce humidity in biogas.

9) automated gas monitoring systems that monitor the concentration of impurities in real time and allow for prompt correction of the cleaning process.

10) use of residual heat utilization systems for heating fermenters or other parts of the technological process.

11) integration of heat pumps allows efficient use of low-potential heat from spent streams for substrate heating or heating.

12) using solar collectors to heat water or substrate can reduce energy costs, especially in warm regions.

13) use of anti-corrosion materials (stainless steel or special coatings) in the most corrosion-prone system elements.

14) optimizing the design of filters to remove hydrogen sulfide and moisture traps will help minimize the impact of aggressive substances.

The use of means of increasing the energy efficiency of biogas plants will allow to significantly expand the scope of their application in the agricultural industry in the treatment of organic waste of various composition, however, the decision to use one or another method should be made based on the specific conditions of the agricultural enterprise.

References

1. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

2. Акулов В. Д. Шляхи підвищення енергетичної ефективності біогазової установки. Праці ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. Вип. 24, т. 2. С.27-36. DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-2-3

3. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Біоконверсні технології прискореної переробки відходів тваринництва в екологічно безпечні добрива. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2. №3. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-2-3.

4. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa. Lublin, 2014. Vol.16. No2, b. Pp. 183–188.