

Список використаних джерел.

1. Комар А. С., Акулов, В. Д. Технологічні аспекти оптимізації біогазових установок. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2025. Вип. 15(1). С. 129–135. <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2025-25-1-15>
2. Комар А. С. Огляд методів дослідження та оптимізації машинних технологій утилізації відходів тваринництва. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2023. Вип. 13, т. 2. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2023-2-9>
3. Акулов В. Д. Шляхи підвищення енергетичної ефективності біогазової установки. *Праці ТДАТУ: наукове фахове видання*. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. Вип. 24, т. 2. С. 27–36. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-2-3>
4. Болтянський Б., Сиротюк С., Коробка С., Стукалець І. Аналіз методів удосконалення процесу переробки органічних відходів тваринництва у метантенках. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2024. Вип. 14(1). <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-6>
5. Скляр О. Г., Комар А. С. Теоретичні аспекти моделювання машинної технології утилізації органічних відходів. *Праці ТДАТУ: наукове фахове видання*. 2023. Вип. 23, т. 1. С. 104–114. <https://doi.org/10.31388/2078-0877-2023-23-1-104-115>
6. Болтянський Б. В. Аспекти вдосконалення технології виробництва біогазу. *Праці ТДАТУ*. 2024. Вип. 24, т. 1. С. 89–100. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-1-6>
7. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б. В. Болтянський та ін. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

УДК 620.92**ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ АПК**Болтянський Б. В.¹, к.т.н.,Сиротюк С. В.², к.т.н.,Болтянський О. Б.¹, асист.¹*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*²*Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, м. Дубляни, Україна*

Постановка проблеми. Аграрний сектор України виявив високу стійкість та адаптивність до ризиків воєнного часу – продовольчі

потреби населення країни забезпечено; ужито заходів для розбудови ланцюгів постачання й збуту агропродукції; попри ворожі дії агресора, наша держава підтвердила та закріпила свій статус гаранта продовольчої безпеки на світових ринках.

Однак, з жовтня 2022 року і до сьогодні агресія РФ на території України проявляється також масованими прицільними обстрілами об'єктів енергетичного комплексу. Це призвело до поглиблення кризових тенденцій у сільському господарстві внаслідок застосування масових аварійних вимкнень, планових обмежень енергопостачання за пріоритетності забезпечення електроенергією об'єктів критичної інфраструктури.

В умовах повномасштабної війни можливості для аграрних підприємств диверсифікувати джерела енергопостачань є вкрай обмеженими, оскільки потребують значних інвестицій. Тому надмірна залежність від централізованих джерел енергопостачання, а також збереження високих світових цін на паливно-енергетичні ресурси, містять значні ризики для багатьох підприємств АПК. Водночас необхідний комплексний міжгалузевий підхід до вирішення питань системного управління енергозбереженням в сільському господарстві [1].

Технічний прогрес відкриває нові можливості ефективного використання в сільському господарстві інноваційних джерел енергії. І тут також потрібні адекватні ринкові механізми управління їх використанням в цілях збереження ефективності виробництва.

Основні матеріали дослідження. Проблема енергозабезпечення та енергозбереження з використанням інноваційних джерел енергії в сільському господарстві знайшла певне відображення в економічній літературі та спеціальних дослідженнях. Є різні методологічні і теоретичні підходи до розуміння зв'язків ефективності аграрного виробництва у зв'язку з варіантами енергетичних витрат. Але вони більше стосуються технічної (сільськогосподарської) сторони питання. Тобто вони не враховують змін, які сталися з організацією сільськогосподарського виробництва, що вимагає обліку, насамперед господарських розрахункових інтересів у здійсненні заходів в конкретних регіональних умовах, особливості яких теж повинні бути враховані в механізмі управління енергозабезпеченням та енергозбереженням [2].

На сьогодні однією з основних проблем енергозабезпечення та енергозбереження в сільському господарстві є вирішення завдання – як з допомогою техногенних факторів підвищити освоєння відновлюваних видів енергії. Необхідність альтернативного енергозабезпечення змушує сільське господарство використовувати інноваційні джерела енергії. Україна є забезпеченою за кількістю сонця, вітру, гідроенергоресурсів, гідрогеотермальних ресурсів, біомаси, що припадають на одиницю площі. Переробку та утилізацію

твердих відходів сільського господарства необхідно здійснити за 3 напрямками з допомогою біоконверсії, термохімічної конверсії (піролізу), прямого спалювання. Всі ці технології вже апробовані і показали свою високу ефективність. Найбільш ефективним способом використання безпосередньо енергії сонця є перетворення її в теплову (для гарячого водопостачання, опалення, сушіння сіна тощо) і електричну енергію. В умовах зазначеного випереджаючого зростання цін на енергоносії у порівнянні із зростанням цін на сільськогосподарську продукцію та посилення фінансово-економічної кризи в сільському господарстві самим пріоритетним серед інших напрямків зниження собівартості продукції стає проведення енергозберігаючих заходів на всіх виробництвах, наявних на сільськогосподарських підприємствах. Функціонально енергетичний аналіз дозволяє виявити резерви енергозбереження на кожній стадії сільськогосподарського виробництва. Процес енергозбереження повинен реалізуватися на основі впровадження систем енергетичного менеджменту, що ґрунтуються на контролі і регулюванні споживання енергії з використанням сучасних засобів автоматичної та методів планування цілей і завдань енергозбереження за економічними критеріями [3-6].

Загалом, для вирішення проблеми енергозабезпечення та енергозбереження об'єктів АПК, на нашу думку, необхідно здійснення наступного:

- виділення коштів зі спеціального фонду Державного бюджету України, а також частину коштів, що надходять від іноземних партнерів у межах допомоги, спрямованої на забезпечення енергетичної безпеки держави, на заходи щодо заміщення традиційних видів палива виробниками електричної та теплової енергії такими, що мають біологічне походження, а також на субвенції громадам, спрямовані на оперативне заміщення традиційного пального інноваційним (відновлюваним, у тому числі біологічним);

- запровадження в межах програми «5–7–9%» пільгового кредитування сертифікованих за європейськими стандартами вітчизняних виробництв біопалива (на закупівлю сировини, обладнання, розширення виробництва тощо) за умови постачання частини виробленої продукції установам соціальної сфери, що мають обладнання для її використання, за взаємоузгодженими цінами;

- стимулювання виробництва альтернативних видів палива (біодизелю з технічних олійних культур і технічної оливи, біостанолу з кукурудзи та пшениці, а також твердого палива з макухи й твердих відходів від вилучення жирів та олій, що їх нині у великій кількості експортує Україна) та обладнання, потрібного для їх використання, зокрема шляхом ініціювання спеціальних програм міжнародної допомоги та грантів ЮНІДО, USAID та інших міжнародних організацій – це дасть змогу українським виробникам отримувати

потрібне обладнання для розбудови власного виробництва біопалива;
- розроблення спеціальної державної програми підтримки тваринницьких комплексів та ферм, спрямованої на придбання ними обладнання та устаткування (біогазових установок) для біоенергетики, яка, зокрема, передбачатиме заходи щодо часткової компенсації вартості обладнання та устаткування, навчання спеціалістів операторів біогазових установок, а також спрощення процедур їх під'єднання до робочих газових мереж.

Висновки. Ключові напрями забезпечення стійкості аграрного сектору в умовах повномасштабної війни мають бути спрямовані на збереження ефективності ланцюга «виробництво – перероблення – зберігання – постачання населенню харчових продуктів». Вкрай важливими є нарощування виробництва сільськогосподарської продукції, пошук та створення нових (у тому числі тимчасових) об'єктів для зберігання та первинного перероблення продукції, залучення всіх можливостей державного та приватного сектору для постачання продовольства в місця їх збуту.

Суттєве збільшення використання біоенергетичного потенціалу аграрного сектору дасть можливість частково замінити традиційні види енергії інноваційними (альтернативними) як на національному, так і на місцевому рівнях споживання, зміцнити енергетичну стійкість країни.

Список використаних джерел

1. Пріоритети забезпечення стійкості промисловості й аграрного сектору економіки України в умовах повномасштабної війни: аналіт. доповідь / [О. В. Собкевич, А. В. Шевченко, В. М. Русан, Л. А. Жураковська]; за ред. Я.А. Жаліла. Київ: НІСД, 2023. 49 с.

2. Альтернативні джерела енергії у підвищенні енергоефективності та енергонезалежності сільських територій: колективна монографія / за ред. І. О. Яснолоб, Т. О. Чайки, О. О. Горба. Полтава: Видавництво ПП «Астроя». 2019. 276 с.

3. Karpałan M., Klimek K., Maj G., Zhuravel D., Bondar A., Lemeshchenko-Lagoda V., Boltianskyi B., Boltianska L., Syrotyuk H., Syrotyuk S. [et al.]. Method of Evaluation of Materials Wear of Cylinder-Piston Group of Diesel Engines in the Biodiesel Fuel Environment. *Energies*. 2022. Vol.15. P. 1-29. <https://doi.org/10.3390/en15093416>

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

5. Syrotyuk S., Boyarchuk V., Syrotyuk V., Korobka S., Syrotyuk H., Boltianskyi B. Peculiarities of modeling heat pumps in the labview environment. *Інформаційні технології в енергетиці та агропромисловому комплексі: матеріали XI Міжнар. наук. конференції (Львів, 04–06 жовтня 2022 р.)* / ЛНУП; За заг. ред. В.В. Снітинського.

Львів: ЛНУП, 2022. С.16-18.

6. Serhii Syrotyuk, Volodymyr Halchak, Vasyl Lopushniak, Serhii Korobka, Hanna Syrotyuk, Taras Stanytskyu, Kateryna Yankovska, Tomasz Jakubowski, Jan Gielżecki, Boris Boltyanskyi. The application of fuzzy logic algorithms in controllers for controlling the use of renewable energy sources. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2025. Vol. 101(2). P.125-132. <https://doi.org/10.15199/48.2025.02.30>

УДК 631.333.92:631.22.018

АНАЛІЗ БАРБОТАЖНИХ СИСТЕМ У БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Скляр Р. В., к.т.н.,

Жмак С. С., магістрант

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

Ефективний теплообмін у біогазових ферментерах є критично важливим для забезпечення стабільної анаеробної ферментації, однак традиційні системи нагріву, основані на природній конвекції та механічному перемішуванні, не завжди забезпечують рівномірний розподіл температури у всьому об'ємі високо-в'язкого субстрату. У ферментерах часто утворюються холодні і перегріті зони, що уповільнює гідроліз та метаногенез, знижує біогазопродуктивність і збільшує енерговитрати. Механічні мішалки, хоча й покращують перемішування, характеризуються підвищеним енергоспоживанням і зношуванням рухомих частин, особливо при роботі з густими субстратами тваринництва [1]. У таких умовах постає проблема пошуку альтернативних або додаткових методів інтенсифікації теплообміну, здатних ефективно руйнувати прикордонні шари, підвищувати турбулентність і забезпечувати стабільну циркуляцію середовища без значного збільшення енергоспоживання. Одним із перспективних шляхів розв'язання цієї проблеми є застосування барботажних систем, здатних значно покращити теплообмін, проте їх вибір та ефективність залежить від конструкції, типу субстрату та конфігурації ферментера. Це зумовлює необхідність порівняльного аналізу найпоширеніших барботажних систем та обґрунтування оптимальних умов їх застосування.

Ефективний теплообмін у біогазових установках є ключовою умовою стабільної роботи анаеробних реакторів, особливо при використанні мезофільного (35–38 °С) або термофільного (52–55 °С)