

БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ЕЛЕВАТОР ЯК ІННОВАЦІЙНА СКЛАДОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Ящук Н.О., канд. с.-г. наук, доцентка

Національний університет біоресурсів і природокористування України
<https://orcid.org/0000-0002-5819-2813>

Гриценко В.О., здобувач вищої освіти

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Войцехівський О.В., здобувач вищої освіти

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація: Розглянуто впровадження біоенергетичних елеваторів як інноваційного напрямку розвитку агропромислового комплексу України в умовах енергетичних викликів і необхідності скорочення викидів парникових газів. Обґрунтовано використання агровідходів як джерела біопалива та проаналізовано їх вплив на зниження споживання природного газу й електроенергії та підвищення енергоефективності елеваторів. Встановлено, що застосування біоенергетичних рішень сприяє зменшенню викидів CO₂, підвищенню економічної ефективності, енергетичної незалежності та екологічної безпеки виробництва.

Ключові слова: біоенергетичний елеватор, зберігання зерна, біопаливо, агровідходи, енергоефективність, викиди CO₂, сталий розвиток.

Сучасний розвиток агропромислового комплексу України відбувається в умовах зростання енергетичних викликів, необхідності скорочення викидів парникових газів, підвищення ресурсоефективності та адаптації до європейських вимог сталого розвитку. Одним із перспективних напрямів модернізації зернової інфраструктури є впровадження біоенергетичних елеваторів, які поєднують функції зберігання та післязбиральної обробки зерна з використанням відновлюваних джерел енергії [1-8].

Біоенергетичний елеватор являє собою зернозберігальний комплекс, у якому значна частина енергетичних потреб покривається за рахунок біомаси рослинного походження. Основними джерелами біопалива є відходи рослинництва, зокрема солома зернових культур, лушпиння соняшнику, кукурудзяні стрижні, відходи очищення зерна, а також інші побічні продукти аграрного виробництва. Їх використання дозволяє перетворити відходи на цінний енергетичний ресурс

Технологічні процеси елеваторів є енергоємними, особливо операції сушіння зерна, вентиляції, транспортування та підтримання оптимальних умов зберігання. Застосування біоенергетичних технологій дає змогу суттєво зменшити споживання природного газу та електроенергії з традиційних джерел, що позитивно впливає на собівартість послуг елеватора та підвищує його економічну ефективність.

За часткового заміщення природного газу (наприклад, використання біопалива або агробіомаси для сушіння зерна) скорочується споживання традиційних енергоресурсів на 20–40 %, за комплексного впровадження біоенергетичних рішень (біогазові установки, твердопаливні котли, використання відходів рослинництва) – на 40–70 %, а у разі повного переходу окремих процесів (наприклад, теплогенерація) на біопаливо – 80–100 %.

Економія електроенергії за рахунок локальної генерації (біогаз, біомаса) становить 10–30 %, а у разі створення автономних енергосистем на базі біоенергетики – до 50 % і більше.

Однією з ключових переваг біоенергетичного елеватора є зниження залежності від імпорتنих енергоносіїв і мінімізація ризиків, пов'язаних із коливанням цін на паливо. Використання власної сировинної бази для виробництва енергії забезпечує стабільність роботи елеваторного комплексу та підвищує рівень енергетичної безпеки підприємства.

З екологічної точки зору біоенергетичні елеватори відіграють важливу роль у скороченні негативного впливу аграрного виробництва на довкілля. Використання біопалива сприяє зменшенню викидів вуглекислого газу, оскільки вуглець, що вивільняється під час спалювання біомаси, є частиною природного біологічного циклу. Крім того, зменшується кількість агровідходів, які раніше могли спричинити забруднення навколишнього середовища.

Зменшення викидів CO₂ за використання твердого біопалива (деревина, агровідходи) замість вугілля чи природного газу становить 30–60 %, за використання сучасних біоенергетичних технологій (біогаз, біоетанол, біодизель) – 60–80 %, а у разі повного циклу (вирощування біомаси, переробка, використання відходів) за умов сталої технології – до 80–90 %.

Важливим елементом функціонування біоенергетичного елеватора є інтеграція біоенергетичних установок у загальну систему управління підприємством. Це передбачає застосування сучасних біопаливних котлів, теплогенераторів для зерносушарок, систем автоматизованого контролю температури та вологості, а також використання цифрових рішень для оптимізації енергоспоживання. Комплексний підхід дозволяє підвищити ефективність усіх виробничих процесів.

Економічна доцільність створення біоенергетичних елеваторів також проявляється у підвищенні конкурентоспроможності зернової продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках. Умови експорту до країн Європейського Союзу дедалі частіше передбачають відповідність продукції екологічним стандартам, простежуваність виробничих процесів і зменшення вуглецевого сліду. У цьому контексті біоенергетичні елеватори створюють додаткові переваги для агровиробників.

Соціальний ефект упровадження біоенергетичних елеваторів полягає у створенні нових робочих місць, розвитку локальної інфраструктури та зміцненні економіки сільських територій. Залучення місцевих ресурсів біомаси сприяє формуванню замкнених виробничих циклів і підвищує роль елеваторів як центрів регіонального розвитку.

Водночас реалізація біоенергетичних проєктів на елеваторах пов'язана з певними викликами. Серед них – значні початкові інвестиції, необхідність технічної модернізації обладнання, потреба у кваліфікованих кадрах і відсутність достатньої державної підтримки. Тому важливими чинниками успішного впровадження є доступ до фінансування, застосування «зелених» інструментів інвестування та державних програм стимулювання відновлюваної енергетики.

Отже, біоенергетичний елеватор є перспективною моделлю розвитку зернової інфраструктури, яка поєднує економічну ефективність, екологічну безпеку та соціальну відповідальність. Його впровадження сприятиме підвищенню енергетичної незалежності аграрного сектору України, зниженню негативного впливу на довкілля та інтеграції в європейський простір сталого розвитку.

Список використаних джерел

1. Creutzig, F., Ravindranath, N. H., Berndes, G., et al. (2018). Bioenergy and climate change mitigation: An assessment. *Scientific Reports*, 8, 1–10.
2. Khan, M. I., Yasmeen, T., & Khan, M. I. (2023). Role of bioenergy in sustainable energy transition. *Energies*, 16(9), 3721.
3. Kopański, M., Pawłat, J., Skwaryło-Bednarz, B., Jamiołkowska, A., Stępnia, P. M., Kiczorowski, P., & Golan, K. (2021). Physical crop postharvest storage and protection methods. *Agronomy*, 11(1), Article 93. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010093>
4. Lapenko, H., Gorbenko, O., Lapenko, T., & Kolotii, S. (2025). Development of a biomass-fueled boiler for grain drying applications. *Scientific Progress & Innovations*, (1), 45–53.
5. Scarlat, N., Dallemand, J.-F., & Fahl, F. (2018). Biogas: Developments and perspectives in Europe. *Renewable Energy*, 129, 457–472.
6. Sukmawaty, S., Rahman, A., & Putra, D. (2025). Optimization of biomass-fueled vertical corn drying. *Renewable Energy*, 219, 1201–1210.
7. Taheri, S., Brodie, G. I., & Gupta, D. (2022). Microwave heating for grain treatment. In S. Horikoshi et al. (Eds.), *Agritech: Innovative agriculture using microwaves and plasmas*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3891-6_11
8. Tulabienė, I., & Morkūnienė, J. (2023). Analysis of grain storage technologies. *Agriculture & Food*, 11, 112–119.

Abstract: The implementation of bioenergy elevators as an innovative direction for the development of the agro-industrial complex of Ukraine under conditions of increasing energy challenges and the need to reduce greenhouse gas emissions is considered. The use of agricultural waste as a source of biofuel is substantiated, and its impact on reducing the consumption of natural gas and electricity, as well as on improving the energy efficiency of elevators, is analyzed. It is established that the application of bioenergy solutions contributes to the reduction of CO₂ emissions, increases economic efficiency, energy independence, and the environmental safety of production.

Keywords: bioenergy elevator, grain storage, biofuel, agricultural waste, energy efficiency, CO₂ emissions, sustainable development.