

The number of metal-cutting machines S_M , pcs., is calculated using the formula [2].

$$S_M = \frac{T'_M \cdot N \cdot K_N}{F_{A.E.} \cdot \eta_0}, \quad (1)$$

where T'_M - the annual labor intensity of machine-tool operations, man-hours;

K_N – the coefficient of non-uniformity of enterprise workload;

$F_{A.E.}$ – the actual annual operating time of the equipment, hours;

η_0 – the utilization factor of machine-tool equipment.

Other equipment and organizational fixtures are selected without calculation, according to the technological processes performed in the section, and an equipment specification is compiled. The number of production workers is determined based on the annual labor intensity of operations and the working-time fund of fitters. The area of the section is calculated based on the space occupied by the equipment, taking into account working zones and walkways.

Equipment layout should begin with the placement of machines at the cylinder-block restoration stations. The equipment is arranged in a line (integrated into the production flow) according to the technological process scheme, following the sequence of operations. In the cylinder-block restoration line, roller conveyors are used as transport devices; they are installed in sections between machines or alongside them, as well as monorails equipped with electric hoists or pneumatic lifters. The cylinder-block restoration line ends with a washing machine. Washed cylinder blocks are transferred by overhead crane to the assembly platform.

The continuation of the cylinder-block restoration line is the engine assembly line, where an overhead crane or a monorail with an electric hoist is used. Near the engine assembly line, it is recommended to place stations for unit assembly and auxiliary-unit repair.

References

1. Дашивець Г. І., Дідур В. А., Бондар А. М. Проектування сервісних підприємств: посібник-практикум. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. 144 с.

2. Дашивець Г.І., Бондар А. М., Паніна В. В. Проектування сервісних підприємств: навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2019. 84 с.

Research supervisor: Dashyvets H., Ph.D., Assoc.

УДК 620.92:631.371

ТЕХНОЛОГІЧНА МОДЕРНІЗАЦІЯ БІОГАЗОВИХ КОМПЛЕКСІВ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ

Тімонін О. В. 32С(ФМБ)АІ

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

Біогазові комплекси в Україні функціонують в умовах нестабільності енергетичного ринку, зміни тарифної політики, обмеженого доступу до інвестиційних ресурсів та підвищених вимог до екологічної безпеки виробництва. За таких умов ключовим завданням стає забезпечення економічної стійкості біогазових підприємств, яка визначається їх здатністю зберігати прибутковість та операційну стабільність при зміні зовнішніх факторів [1].

Практика експлуатації показує, що більшість біогазових комплексів, введених в експлуатацію 7–10 років тому, працюють на обладнанні з високою питомою енергоемністю, недостатнім рівнем автоматизації та обмеженим коефіцієнтом використання теплової енергії.

Це призводить до підвищених операційних витрат та зростання строків окупності проєктів. Відтак технологічна модернізація виступає не лише інструментом підвищення продуктивності, а й системним фактором економічної стабілізації [2].

У сучасних дослідженнях біогазова енергетика розглядається як елемент циркулярної економіки та децентралізованої енергосистеми [3]. Значна увага приділяється підвищенню виходу метану через оптимізацію складу субстратів, застосуванню попередньої обробки біомаси (механічної, термічної, ферментативної), а також удосконаленню систем перемішування та теплового менеджменту.

Окремий напрям досліджень присвячений модернізації когенераційних модулів, зокрема переходу до установок із підвищеним електричним ККД та впровадженню систем рекуперації тепла вихлопних газів. Доведено, що підвищення електричного ККД на 3–5% забезпечує приріст річного доходу до 8–12% залежно від структури тарифів. Також науковці акцентують увагу на цифровізації біогазових комплексів: сенсорного моніторингу параметрів зброджування, прогнозуванні навантажень і оптимізації режимів у реальному часі. Моделювання показує, що адаптивне управління процесом дозволяє підвищити вихід біогазу на 5–10% без додаткових витрат сировини [4]. Разом з тим, у більшості публікацій модернізація розглядається фрагментарно – як технічний захід, без комплексної оцінки її впливу на фінансову стійкість підприємства. Питання інтеграції технологічних рішень із економічною моделлю функціонування комплексу потребує подальшого наукового опрацювання.

Економічна стійкість біогазового комплексу визначається співвідношенням між доходами від реалізації енергії та сумою операційних витрат і амортизаційних відрахувань. Узагальнений показник можна подати у вигляді [3,4]:

$$E_S = \frac{R}{C_{op} + A} ,$$

де R - річний дохід, грн.

C_{op} - операційні витрати, грн.

A - амортизаційні відрахування, грн.

Стійкість вважається достатньою при $E_S > 1,2$.

Модернізація систем перемішування. Встановлення частотно-регульованих приводів та оптимізація гідродинаміки дозволяє знизити споживання електроенергії на 25–35%. Для комплексу 1 МВт це становить економію близько 300–400 тис. кВт·год на рік. За середньою ціною 6 грн/кВт·год річний ефект перевищує 1,8–2,4 млн грн. [4]

Удосконалення теплового контуру. Збільшення товщини теплоізоляції та впровадження систем рекуперації тепла дигестату дозволяє скоротити теплові втрати з 30% до 18–20%. Додатково отримане тепло може бути використане для сушіння зерна або обігріву виробничих приміщень. Річний економічний ефект для середнього комплексу становить 1,5–2 млн грн.

Модернізація когенераційних модулів. Перехід до двигунів нового покоління з електричним ККД 42–44% (проти 38–39% у старих моделях) дозволяє збільшити виробництво електроенергії на 5–7% без зміни обсягів біогазу. Це підвищує дохід на 3–4 млн грн на рік для установки 1 МВт.

Цифровізація управління. Впровадження автоматизованої системи контролю процесу зброджування забезпечує стабілізацію температури, рН та навантаження реактора. На практиці це дозволяє підвищити питомий вихід метану на 6–8% та зменшити аварійні простой.

Інтегральний ефект модернізації. Комплексна модернізація потребує інвестицій у межах 10–18% від первісної вартості об'єкта [5]. Проте сумарний річний економічний ефект (зниження витрат + приріст доходу) може сягати 6–8 млн грн для станції 1 МВт. У результаті строк окупності скорочується з 6–7 до 4–5 років, а показник економічної стійкості зростає з 1,15 до 1,35–1,45.

Важливо, що модернізація підвищує не лише прибутковість, а й адаптивність комплексу

до коливань тарифів та вартості сировини. Чутливий аналіз показує, що модернізований комплекс зберігає позитивний фінансовий результат навіть при зниженні ціни електроенергії на 20%, тоді як немодернізований виходить на межу беззбитковості.

Висновки. Технологічна модернізація є системним чинником підвищення економічної стійкості біогазових комплексів.

1. Найбільший ефект забезпечує комплексне поєднання модернізації перемішування, теплового контуру, когенераційного обладнання та цифрового управління.

2. Економічний ефект модернізації для установки 1 МВт може перевищувати 6–8 млн грн на рік.

3. Модернізовані комплекси характеризуються вищою адаптивністю до змін енергетичного ринку та нижчою чутливістю до тарифних коливань.

4. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку інтегрованих моделей прогнозування ефективності модернізації з урахуванням регіональних кліматичних умов та структури сировинної бази.

Список використаних джерел

1. Скляр Р. В., Скляр О. Г. Теоретичні дослідження режимів і параметрів метантенку біогазової установки. *Науковий вісник ТДАТУ* 2020. Вип. 10, т. 1.

2. Скляр О. Г., Комар А. С. Теоретичні аспекти моделювання машинної технології утилізації органічних відходів. *Праці ТДАТУ*. 2023. Вип. 23, т. 1. С. 104 – 114. <https://doi.org/10.31388/2078-0877-2023-23-1-104-115>

3. Акулов В.Д. Шляхи підвищення енергетичної ефективності біогазової установки. *Праці ТДАТУ: наукове фахове видання*. 2024. Вип. 24, т. 2. С. 27-36. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-2-3>

4. Скляр Р. В., Скляр О. Г. Обґрунтування способу перемішування субстрату для експериментальної біогазової установки. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2020. Вип. 10, т. 1. URL: http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/11287/1/06.80_2.pdf (дата звернення 02.02.2026).

5. О. Г. Скляр, Р. В. Скляр, А. С. Комар, В. Д. Акулов. Технологічні аспекти оптимізації біогазових установок. *Науковий вісник ТДАТУ*, 2025. Вип. 15, т. 1. С. 129-135 <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2025-25-1-15>

Науковий керівник: Скляр Р. В., к.т.н., доц.

UDC 658.5

DESIGN CONSIDERATIONS FOR THE ENGINE TESTING STATION OF A SERVICE FACILITY

Strychenko A., recipient of higher education “Master's” degree

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine

The testing station at a service enterprise is intended for engine break-in and testing. The basis for designing the station is the production program.

The diesel engine repair process, in addition to disassembly-assembly operations, cleaning, washing, and restoration of parts, and painting operations, also includes adjustment, break-in, and engine testing. These operations are performed by fitters.

Fully assembled engines, after repair, are transported to the testing station for break-in and testing. Repaired engines are painted, finally completed, and transported to the machine assembly line.

At the testing station, the following operations are performed: cold break-in, hot break-in