

must be provided. The number of production workers (machine operators and fitters separately) is determined by the annual labor intensity of machining (or fitting) operations and the actual annual working time of a machine operator (or fitter), hours.

The area of the section is calculated based on the footprint of the equipment, taking into account working zones and walkways. The overall dimensions of the section are determined considering the layout of the enterprise's production building.

Machine-tool equipment in the fitting and machining section may be arranged in two ways: by type (grouped) or according to the sequence of technological operations. Repair enterprises typically use the first method. Machines are grouped by type according to their functional similarity: lathes, milling machines, planers, grinders, etc. Machine groups should be arranged within the section in an order corresponding to the typical sequence of part processing. For initial operations, groups of engine lathes are usually placed first, followed sequentially by milling, planing, and finally grinding machines, where machining is typically completed.

The distance between machines, as well as the distance from machines to building elements (walls, columns), is determined based on safety requirements and ease of operation. Walkways between machines must be straight. Their width is established depending on the method of part transportation and the dimensions of transport equipment. To reduce transportation distances for heavy parts, machines intended for their processing should be located closer to driveways. When installing such parts on machines, the possibility of using lifting and transport equipment must also be considered. For example, it is advisable to place two or more machines within the service zone of a single cantilever-type slewing crane. These cranes are recommended to be mounted on columns.

Machines should be arranged so that operator workstations are located on the walkway side, which facilitates workplace servicing (feeding blanks, receiving parts, removing chips, etc.). Drilling machines should be located closer to the fitters' workstations. In the same area, workbenches, presses for press-fitting parts, inspection and straightening plates, and other equipment are installed. The fitting and machining section must also include racks or platforms for storing parts and tool cabinets (installed near machines).

### *References*

1. 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: Viunyk O., engineer, sin. teacher*

УДК 620.92:631.371

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК В УМОВАХ ЗРОСТАННЯ ВАРТОСТІ ЕНЕРГОНОСІЇВ**

**Іванов С. В. 33С(ФМБ)АІ**

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

Сучасні біогазові комплекси в Україні функціонують в умовах нестабільності енергетичного ринку, зміни тарифної політики, зростання вартості обладнання та необхідності підвищення рівня енергетичної автономності агропідприємств. За таких умов визначальним чинником економічної результативності стає не лише обсяг виробленого біогазу, а й

ефективність внутрішнього енергоспоживання, рівень теплових втрат і коефіцієнт використання встановленої потужності [1].

За результатами аналізу експлуатації біогазових установок потужністю 0,5–1,5 МВт встановлено, що власне електроспоживання становить 20–30% від загального виробітку електроенергії. Для станції 1 МВт із річною генерацією близько 8 млн кВт·год це відповідає 1,6–2,4 млн кВт·год внутрішніх витрат [2]. У грошовому еквіваленті за ринковою ціною електроенергії це формує суттєву частку операційних витрат.

Оптимізація енергетичного балансу біогазової установки передбачає не лише зниження власного енергоспоживання, а й максимізацію коефіцієнта корисного використання виробленої енергії.

Структурно найбільшими споживачами є [3]:

- системи перемішування – 35–40%;
- насосне обладнання – 20–25%;
- компресори та газопідготовка – 10–15%;
- системи автоматизації та допоміжне обладнання – 8–12%.

Оптимізація реалізується через: впровадження частотно-регульованих приводів; перехід до імпульсного режиму перемішування; гідродинамічне моделювання для визначення мінімально необхідної інтенсивності перемішування [4].

Після впровадження цих заходів частка мішалок у структурі споживання зменшилася з 38% до 24%, а загальне власне електроспоживання скоротилося на 28%. Таким чином, оптимізація досягнута шляхом технічного та режимного регулювання [4].

Практичний приклад: у ферментері об'ємом 3000 м<sup>3</sup> із чотирма мішалками сумарною потужністю 64 кВт при безперервній роботі річне споживання перевищувало 560 тис. кВт·год. Після переходу на циклічний режим та встановлення частотних перетворювачів споживання зменшилось до 360 тис. кВт·год, що забезпечило економію близько 200 тис. кВт·год на рік. Водночас показники виходу біогазу не знизилися завдяки оптимізації гідродинаміки середовища.

Важливим чинником є тепловий баланс установки [4]. У північних та центральних регіонах України тривалість опалювального періоду становить 160–180 діб, що значно підвищує витрати тепла на підтримання мезофільного режиму (37–39 °С). Розрахунки показують, що при різниці температур між субстратом і зовнішнім середовищем 35 °С теплові втрати через стінки ферментера з недостатньою ізоляцією можуть становити до 180–220 кВт постійного навантаження.

Модернізація теплоізоляції (збільшення шару до 250–300 мм, усунення теплових мостів, герметизація люків) дозволяє скоротити втрати на 35–45%. Для станції 1 МВт це еквівалентно економії близько 500–700 Гкал на рік, що за умови заміщення природного газу формує суттєвий економічний ефект [5].

Окремого аналізу потребує ефективність когенераційного модуля. Середній електричний ККД газопоршневих двигунів становить 38–42%, тепловий – 40–45%. Проте фактичний коефіцієнт використання теплової енергії часто не перевищує 55–60% через відсутність споживачів у літній період. Практика показує, що інтеграція систем сушіння зерна, теплиць або тваринницьких комплексів дозволяє підвищити річний коефіцієнт використання тепла до 80–85%.

Аналітичний розрахунок для агропідприємства з річним обсягом сушіння 4 тис. тонн кукурудзи показав, що використання тепла від біогазової установки зменшує витрати на паливо на 30–35%, а строк окупності додаткового теплообмінного обладнання становить менше двох сезонів.

У контексті цифровізації суттєвий потенціал має впровадження систем енергомоніторингу. Використання SCADA-систем із погодинним аналізом навантаження дозволяє оптимізувати роботу насосів, регулювати інтенсивність перемішування залежно від сухої речовини субстрату та оперативно реагувати на зниження метаноутворення. На одній із установок впровадження алгоритму адаптивного управління дало змогу підвищити питомий

вихід біогазу на 6–8% без додаткових витрат сировини.

Кліматичні особливості України також зумовлюють необхідність регіональної адаптації рішень. У південних областях теплові втрати на 20–25% нижчі, що підвищує загальний коефіцієнт корисного використання енергії. Натомість у західних регіонах доцільним є застосування попереднього підігріву субстрату за рахунок рекуперації тепла дигестату, що дозволяє зменшити теплове навантаження на когенератор.

Економічне моделювання показує, що комплексна оптимізація енергетичного балансу (теплоізоляція, частотне регулювання, рекуперація, цифрове управління) потребує інвестицій у межах 8–15% від вартості комплексу [3]. Водночас скорочення власного енергоспоживання на 30–45% дозволяє збільшити чистий прибуток підприємства на 12–18% щорічно та скоротити строк окупності проєкту на 1,5–2 роки.

Таким чином, підвищення енергоефективності біогазових установок повинно базуватися на системному підході, що охоплює технічну модернізацію, оптимізацію режимів роботи, інтеграцію теплових споживачів та цифровий контроль параметрів процесу. В умовах трансформації енергетичного ринку саме енергетична збалансованість визначає конкурентоспроможність біогазових проєктів і їх здатність забезпечувати стабільну економічну віддачу в аграрному секторі України.

#### **Список використаних джерел**

1. 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>

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

3. 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>

4. 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>

5. Комар А. С. Удосконалення конструкції біогазової установки з рекуперацією теплоти зброженої біомаси. *Праці ТДАТУ: наукове фахове видання*. 2024. Вип. 24, т. 3. С. 62-70. DOI: <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-3-5>

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

UDC 658.5

## **SPECIFICS OF DESIGNING THE ELECTROPLATING AREA OF A SERVICE FACILITY**

*Sinitsky D., recipient of higher education “Master's” degree*

*Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine*

The electroplating section is intended for restoring parts using electrolytic coatings, as well as for applying decorative and anticorrosive coatings. To increase the wear resistance of parts, chromium plating and iron plating are used; for anticorrosion protection – zinc plating; for protective and decorative finishing – chromium plating, nickel plating, and copper plating.

The basis for designing the section is the production program.

The technological process begins with parts requiring restoration of decorative and