

regulations.

References

1. Булей І. А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин: навч. посібник. Київ: Вища школа, 1993. 287 с.
2. Дашивець Г. І., Дідур В. А., Бондар А. М. Проектування сервісних підприємств: посібник-практикум. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. 144 с.
3. 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 620.92:631.862:519.876

ІНЖЕНЕРНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БІОФІЛЬТРІВ ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ МЕТАНОВОГО ЗБРОДЖУВАННЯ

Жмак С. С., 21МБ АІ

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

Традиційний підхід до підвищення продуктивності передбачає збільшення тривалості збродження або об'єму реактора, що супроводжується зростанням капітальних і енергетичних витрат [1]. Альтернативним напрямом інтенсифікації є створення умов для утримання та накопичення активної біомаси всередині метантенка шляхом використання анаеробних біофільтрів із розвиненою поверхнею носіїв. Закріплення метаноутворюючих мікроорганізмів на носіях дозволяє зменшити їх вимивання, підвищити концентрацію активної біомаси та забезпечити стабільний перебіг процесу навіть за підвищених навантажень [2].

Аналіз сучасних досліджень у галузі анаеробного збродження свідчить, що підвищення ефективності біогазових установок пов'язане з оптимізацією кінетики росту мікроорганізмів, контролем концентрації органічної речовини та вдосконаленням конструкції реакторів. Значна увага приділяється моделям, які описують швидкість росту метаногенів залежно від концентрації субстрату та умов середовища [3]. Разом із тим, питання кількісного впливу площі поверхні носія, товщини шару закріпленої біомаси та режимів завантаження на інтенсивність газоутворення залишається недостатньо систематизованим.

Функціонування метантенка з біофільтром доцільно розглядати як складну динамічну систему, в якій результативні показники - швидкість утворення біогазу, метановміст і ступінь розкладання органічної речовини - залежать від поєднання зовнішніх і внутрішніх параметрів. До зовнішніх чинників належать температура, доза та періодичність завантаження, вологість і склад сировини. Внутрішні параметри характеризують конструктивні особливості біофільтра, ефективну площу поверхні носіїв, щільність і стан метаногенної біомаси.

Ключовим технологічним фактором є доза завантаження метантенка. Збільшення навантаження за беззольною органічною речовиною підвищує інтенсивність процесу лише до певної межі [4]. Надмірне навантаження викликає вимивання частини мікрофлори та зниження ступеня біоконверсії. Використання біофільтра дозволяє змістити цю межу в бік вищих навантажень за рахунок утримання активної біомаси на поверхні носіїв.

Аналітична оцінка процесу показує, що швидкість утворення біогазу зростає пропорційно збільшенню ефективної площі закріплення мікроорганізмів та їх концентрації у

реакторі. Збільшення площі носіїв, їх структурованість і гідродинамічна доступність сприяють формуванню стабільної біоплівки та підвищенню питомої продуктивності. Водночас надмірне ускладнення конструкції може спричинити погіршення масообміну та зростання гідравлічного опору, що потребує оптимального конструктивного балансу.

Важливо враховувати, що формування стабільної метаногенної біоплівки на поверхні носіїв відбувається поетапно та залежить від гідродинамічного режиму реактора. На початковій стадії експлуатації біофільтра відбувається адаптація мікробних консорціумів, формування первинного шару адгезованих клітин та поступове нарощування товщини біоплівки. За оптимальних умов масообміну досягається баланс між швидкістю росту мікроорганізмів та швидкістю дифузії субстрату вглиб біоплівки. Надмірне ущільнення шару може призводити до локального дефіциту поживних речовин і зниження питомої активності метаногенів [5]. Таким чином, ефективність біофільтра визначається не лише площею поверхні носіїв, а й параметрами їх розташування, турбулентністю потоку та інтенсивністю перемішування, що забезпечують рівномірний розподіл субстрату та стабільну кінетику процесу.

Особливу роль відіграє взаємозв'язок між тривалістю збродження, концентрацією органічної речовини та продуктивністю реактора. Скорочення гідравлічного часу утримання без втрати активної біомаси є ключовим резервом підвищення економічної ефективності біогазової установки. У разі використання біофільтра забезпечується стабільна швидкість газоутворення навіть при зменшенні часу перебування субстрату, що дозволяє зменшити необхідний об'єм реактора та капітальні витрати.

Додатковий аналітичний аспект пов'язаний із впливом накопичення метаногенної біомаси на енергетичні показники роботи установки. Зростання швидкості газоутворення без пропорційного збільшення енерговитрат на перемішування та підігрів субстрату забезпечує підвищення коефіцієнта енергетичної ефективності. Таким чином, біофільтр виступає не лише мікробіологічним, а й енерготехнологічним інструментом інтенсифікації процесу [4].

Комплексний аналіз показує, що продуктивність біогазової установки перебуває у функціональній залежності від структурних параметрів біофільтра – діаметра, кількості та конфігурації лопатей, довжини і діаметра носіїв, а також від режимів завантаження та фізико-хімічних характеристик сировини. Оптимізація цих параметрів дозволяє підвищити концентрацію метаноутворюючих мікроорганізмів, стабілізувати технологічний процес та збільшити енергетичний вихід.

Отже, застосування анаеробного біофільтра в метантенку створює умови для інтенсифікації процесу збродження гнойових стоків шляхом накопичення та утримання активної метаногенної біомаси. Це забезпечує зростання швидкості утворення біогазу, підвищення ступеня розкладання органічної речовини та покращення енергетичних показників роботи біогазової установки [4,5]. Отримані результати формують наукове підґрунтя для вдосконалення конструкції реакторів та обґрунтованого вибору режимів їх експлуатації в аграрному секторі.

З позицій техніко-економічного аналізу впровадження біофільтра доцільно розглядати як інструмент підвищення інтенсивності використання наявних виробничих потужностей без пропорційного збільшення капітальних вкладень. За умов зростання вартості енергоресурсів та обмеженості інвестиційних ресурсів аграрних підприємств скорочення гідравлічного часу утримання субстрату при збереженні або зростанні виходу біогазу забезпечує зменшення питомих витрат на одиницю виробленої енергії. Додатковий економічний ефект формується за рахунок стабілізації технологічного режиму, зниження ризику зупинок установки та підвищення прогнозованості енергетичного балансу господарства. У сукупності це підвищує інвестиційну привабливість модернізації існуючих біогазових комплексів.

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. Перспективи використання біофільтрів у біогазових установках/ О. Г. Скляр., Р. В. Скляр., Б. В. Болтянський, С. В. Сиротюк, С. В. Коробка // *Праці ТДАТУ. Технічні науки*. 2025. Вип. 25, т. 1. С. 45–53. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2025-25-1-6>

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

4. Скляр Р. В. Методи інтенсифікації процесів метанового зброджування. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2014. Вип. 4, т. 1. С. 3-9.

5. 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>

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

UDC 658.5

SEQUENCE OF DESIGNING THE TECHNOLOGICAL COMPONENT OF PRODUCTION SECTIONS AT A SERVICE ENTERPRISE

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

Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine

Sequence of designing the technological part of production units:

- 1) justification of the purpose of the section,
- 2) determination of initial data.

The initial data for designing production sections include the production program, labor-intensity standards, and the preliminary layout plan of the enterprise's production building. The program is specified in natural units (pcs.), physical units (kg, m²), monetary terms (UAH), or labor/time units (man-hours, machine-hours).

Labor-intensity standards for repairing one unit are obtained by developing technological processes for disassembly–assembly, restoration, and subsequent standardization of these processes, or by using standards from existing production, materials from previously developed projects, and tightening them as needed.

When preparing a reconstruction project, it is necessary to have data related to the existing production unit (shop, department, section) [1]:

- purpose of reconstruction;
- list of technological and lifting-transport equipment;
- equipment layout of the section;
- current enterprise time standards per unit of output by type of work;
- operating mode of the section;
- material consumption;
- characteristics of the industrial building;
- consumption of water, steam, compressed air;
- characteristics and condition of the ventilation system;
- registered number of workers;
- output in natural and monetary terms;
- planned and actual cost calculations;

3) development of the technological process;

4) establishment of the operating mode of the section and the time funds of equipment and workers.