

Список використаних джерел

1. Бушуєв С. Д. Керівництво з питань проектного менеджменту : [пер. з англ.]. Київ : Видавничий дім «Деловая Украина», 2000. 198 с.
2. Ильин Н. И., Лукманов И. Г. Управление проектами. Санкт-Петербург : Два-три, 1996. 610 с.
3. Сидорчук О. В., Днесь В. І., Комарніцький С. П. Управління збиранням ранніх олійних і зернових культур : головні науково-методичні засади та рекомендації. Глеваха : ННЦ «ІМЕСГ», 2009. 18 с.
4. Тянь Р. Б., Холод В. А., Ткаченко В. А. Управління проектами : Підручник. Київ : Центр навчальної літератури, 2003. 224 с.



Краснолуцький Петро

к.т.н., доцент

Подільський державний аграрно-технічний університет
м. Кам'янець-Подільський

ОБҐРУНТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ ЗАВАНТАЖЕННЯ І РОЗВАНТАЖЕННЯ РЕАКТОРА БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

Адаптування до українських умов поширених за кордоном технологій біоконверсії гною і практичне впровадження біогазових установок (далі скор. БГУ) є важливим завданням, виконання якого дозволить забезпечити належне знезараження відходів тваринництва і перетворення їх на якісне добриво, а також отримати значну кількість біогазу. Основи біоконверсії стоків розроблені у 1920-1940-х роках К. Імхоффом, М. Фейром і встановлено, що однією з найважливіших складових процесу є термостабілізація реактора БГУ [1]. У подальших дослідженнях Баадера Б., Бойлса Д., Соуфера С., Дубровіна В.О., Ткаченко С.Й., Степанова Д.В., Ратушняка Г.С., Джеджули В.В. та ін. були деталізовані температурні режими і обґрунтована доцільність застосування у складі БГУ додаткових резервуарів для попереднього підігріву і витримки свіжого субстрату перед його подачею у реактор [2; 3]. При цьому виникає актуальне питання: як здійснювати транспортування субстрату між резервуарами.

Достатньо ефективним технічним рішенням є гідротранспортна система, схема якої наведена на рис. 1. У ній фекальний насос-подрібнювач сполучений з резервуарами і реактором так, що при переключенні запірної арматури можна здійснювати завантаження витримувачів по лінії 1-2-9-4, перекачування

прогрітої маси у реактор по лінії 4-7-3-11-6-5; періодичне перемішування субстрату у реакторі по лінії 5-8-3-11-6-5 (у разі застосування гідравлічної мішалки), а також відкачування шламу з реактора по лінії 6-8-3-10-12.

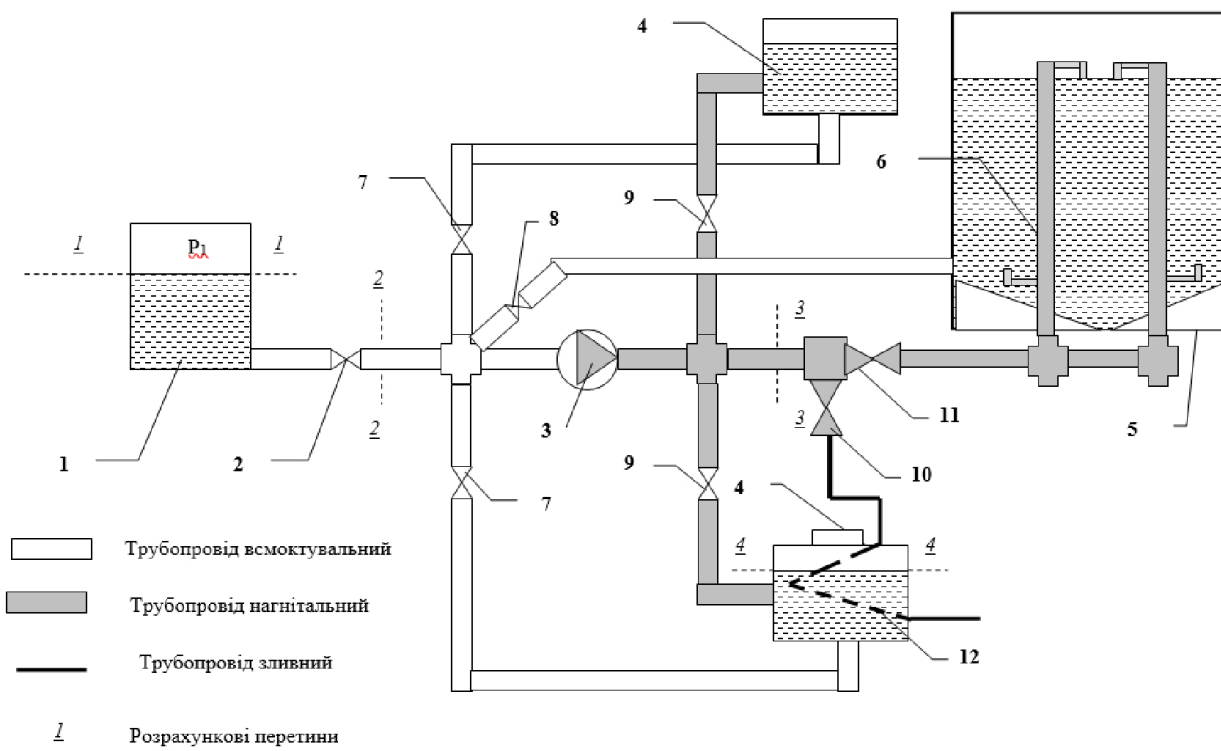


Рис. 1 Схема розрахункова гідравлічних ліній біогазової установки:
1 – прогрівач; 2,7,8,9,10,11 – засувки; 3 – насос фекальний; 4 – витримувач; 5 – реактор (метантенк); 6 – мішалка; 12 – теплообмінник

При цьому важливо точно встановити режим роботи насоса, оскільки при занадто високому розрідженні на вході у прогрітій масі починається явище кавітації і насос швидко виходить з ладу. Алгоритм розрахунку наступний.

Складаємо рівняння Бернуллі для перерізів 1-1 і 2-2, приймаючи за площину порівняння переріз 2-2 (тобто $Z_2 = 0$):

$$Z_1 = \frac{P_1}{\gamma_c} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = \frac{P_2}{\gamma_c} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + h_{w1-2}, \quad (1)$$

де Z_1 – геометричний напір у перерізі 1-1, при повністю заповненому резервуарі Z_1 дорівнює глибині резервуару, наприкінці відсмоктування $Z'_1 = 0$;

P_1 – абсолютний тиск у перерізі 1-1;

γ_c – питома вага субстрату, Н/м^3 ;

V_1 – швидкість у перерізі 1-1; для усталеного руху $V_1 = 0$;

P_2 – абсолютний тиск у перерізі 2-2, Па;

H_{w1-2} – втрати напору на ділянці між перерізами 1-1 і 2-2, м.

Тиск P_2 слід визначити за умовою

$$P_2 \geq P_s + \Delta h_{\text{зап}}, \quad (2)$$

де P_s – тиск пароутворення при температурі субстрату.

$\Delta h_{\text{зап}}$ - запас по тиску; можна прийняти $\Delta h_{\text{зап}} = 1 \text{ м} = 9,8 \text{ кПа}$.

Втрати напору розраховуємо за класичною формулою:

$$h_{w1-2} = \frac{V_2^2}{2g} \left(\lambda \frac{1}{d} + \sum \varphi_m \right), \quad (3)$$

де l – довжина всмоктувальної магістралі (на ділянці між перерізами), м;

d – діаметр магістралі, м;

$\sum \varphi_m$ – сумарний коефіцієнт місцевих втрат;

λ – коефіцієнт гідравлічного тертя (для квадратичної зони опору)

Звідси можна визначити максимально припустиму швидкість субстрату у всмоктувальній магістралі:

$$V_2 = \sqrt{\frac{\left(Z_1 + \frac{P_1 - P_2}{\gamma} \right)}{1 + \lambda \frac{1}{d} + \sum \varphi_m}}. \quad (4)$$

Найбільша загроза виникнення кавітації буде наприкінці спорожнення прогрівача, тобто при $Z_1 \rightarrow 0$. Отже, подача насоса ($\text{м}^3/\text{с}$) не повинна перевищувати величини:

$$Q_I = V_2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (5)$$

Виходячи із цієї умови слід проводити подальший розрахунок лінії подачі субстрату як для типового випадку напірного трубопроводу.

Список використаних джерел

1. Имхофф К. Справочник по городским сточным водам: 27 изд. Харьков : ООО «Логос-92», 1997. 552 с.
2. Эдер Б., Шульц Х. Биогазовые установки. Практическое пособие. Пер. с нем. : Zorg Biogas. – 2008. 268 с. URL: http://zorgbiogas.ru/upload/pdf/Biogas_plants_Practics.pdf (дата звернення 15.02.2017).
3. Ратушняк Г., Джеджула В. Інтенсифікація виробництва та підготовка біогазу до використання в теплотехнічному обладнанні. *Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання*, КНУБА, К.: 2005. № 8. С. 52 – 60.

