

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОДАЧІ ОРГАНІЧНОЇ МАСИ У ФЕРМЕНТЕР

Л. Рудик

УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

У статті розглянуто результати експериментальних досліджень параметрів установки для подачі органічної маси в твердофазний ферментер.

Ключові слова: *органічна маса, вологість, об'єм камери.*

Суть проблеми. Однією з нерозв'язаних науково-технічних проблем в сільському господарстві є подача органічної маси в широких межах її фізико-механічних властивостей одним типом машин. Особливо це стосується подачі органічної маси низької вологості ($W=76-82\%$) в закриті біоконверсні установки з нижньою її подачею. Багато науково-дослідних робіт проводились і проводяться в цей час з органічною масою високої вологості ($W=85-99\%$). За результатами досліджень зроблено об'єктивні висновки та запропоновано високоєфективні агрегати для подачі органічної маси.

Однак, обґрунтування вибору технологічної схеми цих агрегатів на сьогодні проводять лише окремі дослідники, і то в частині її видалення з тваринницьких приміщень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існуючі засоби для подачі органічної маси у ферментер набули широкого використання в сільському господарстві.

Серед них шнекові, гвинтові, відцентрові, осьові, вакуумні, поршневі насоси [14, 15, 16].

Найменше використовуються поршневі насоси, тому їх доцільно застосовувати для подачі органічної маси низької вологості.

Результати дослідження установок для подачі органічної маси у ферментер показують, що використання поршневого насоса для подачі органічної маси є доцільним, хоча на практиці він мало досліджений.

На основі сказаного для інтенсивної неперервної подачі органічної маси пропонується установка з двома плунжерними парами [1, 2].

Мета дослідження – розробити і виготовити дослідний експериментальний зразок установки для подачі органічної маси у ферментер, провести експериментальні дослідження впливу конструкційних параметрів і режимів роботи установки для подачі органічної маси на показник питомої енергоємності, визначити оптимальні параметри експериментальної установки для подачі органічної маси.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для дослідження процесу подачі органічної маси по криволінійному трубопроводу у ферментер в фермерському господарстві «Тимошівське» Черкаської області Кам'янського району розроблено та виготовлено експериментальну установку (рис. 1-3).

Експериментальна установка складається з: корпусу (1), над яким розташовано бункер (2) та всередині якого розміщено поршневий насос (3), гвинта (4), до корпусу під'єднано трубопровід (5), що направляє органічну масу у ферментер (6) для переробки органічної маси.

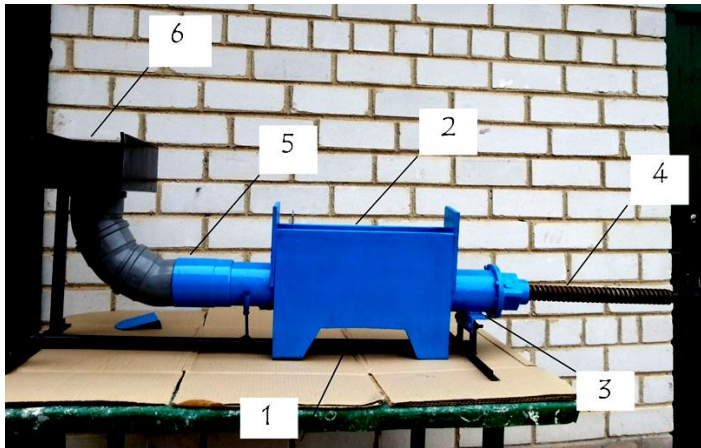


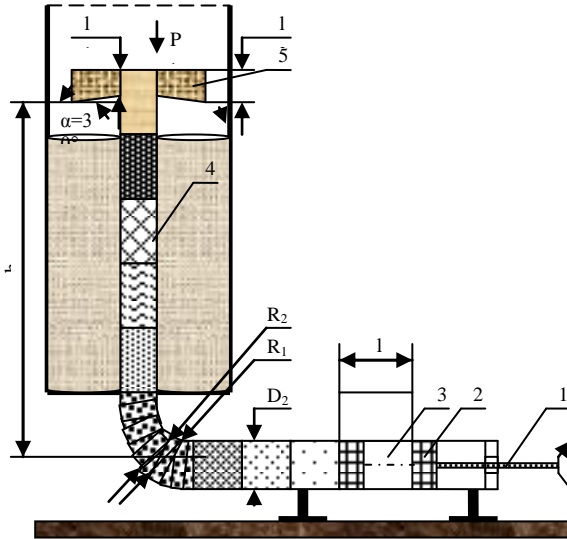
Рисунок 1 -Експериментальна установка для подачі органічної маси

Установка для подачі органічної маси працює таким чином: органічна маса (рідка, сипка або в'язка) з бункера потрапляє в робочі камери поршневого насоса. Далі поршень направляє органічну масу по трубопроводу в ферментер.

Експерименти з визначення конструкційних та режимних параметрів установки для подачі органічної маси проводилися з використанням методики планування багатофакторних експериментів [3-12].

Конструкційні та кінематичні параметри установки для подачі органічної маси мають значний вплив на хід процесу подачі. Це пов'язано з структурою та властивостями органічної маси, що може мати різну вологість.

Після проведення експериментальних досліджень та визначення оптимальних конструкційних та режимних параметрів установки для подачі органічної маси визначали параметри енергоємності та якості її роботи з фіксацією конструкційно-режимних параметрів поршня на оптимальних рівнях.



*1 – гвинт; 2 – поршень; 3 – поршнева камера; 4 – трубопровід;
5 – розподільувач органічної маси.*

Рисунок 2 - Функціональна схема поршневого пристрою для подачі органічної маси



Рисунок 3 - Ферментер та установка для подачі органічної маси

Аналіз результатів експериментальних досліджень установок для подачі органічної маси показав, що на інтенсивність даного процесу значний вплив мають вологість органічної маси, об'єм поршневої камери завантаження і тривалість циклу подачі органічної маси.

Для визначення регресивної моделі використовували D-оптимальний план Бокса-Бенкіна. Трирівневі плани Бокса-Бенкіна в порівнянні з ортогональними та рототабельними планами більш економічні за числом дослідів, але вони володіють їх властивостями, а деякі рототабельні плани є близькими до D-оптимальних.

Основною з переваг D-оптимальних планів є те, що вони мінімізують загальну дисперсію.

З експериментальної точки зору D-оптимальні плани заслуговують на доволі пильну увагу, позаяк вони пропонують варіювання факторів (для описання поверхні відгуку поліномом другого порядку) лише на трьох рівнях, що дозволяє скоротити час проведення експериментів і підвищити точність результатів експериментального дослідження.

Як чинники, що вивчаються, прийнято вологість органічної маси W , об'єм поршневої камери V , тривалість циклу подачі органічної маси t . Ми задалися наступними рівнями варіювання чинників (табл. 1).

Таблиця 1 - Рівні варіювання чинниками

Рівень варіювання	Фактор		
	Вологість органічної маси W , %	Об'єм поршневої камери V , м ³	Тривалість циклу подачі органічної маси t , с
	x_1	x_2	x_3
Верхній (+1)	85	0,0085	15
Основний (0)	80	0,0075	10
Нижній (-1)	75	0,0065	5
Інтервал варіювання ε	5	0,001	5

Для визначення впливу факторів x_1 - x_3 на критерії оптимізації проводили експеримент за трирівневою матрицею оптимального плану Бокса-Бенкіна (B_3) для трьох досліджуваних факторів [13].

Обробка експериментальних даних трифакторного експерименту за допомогою стандартного програмного пакету Maple дозволила отримати математичні моделі другого порядку для кожної з функцій відгуку та побудувати поверхні відгуку питомої енергоємності процесу подачі органічної маси (рис.4-6):

$$\eta = 267,9 - 6,3W - 2531,05V + 0,7864t + 10,9VW - 7,5Vt - 0,007Wt + 0,038W^2 - 0,003t^2 + 1,1 \cdot 10^5 V^2 \quad (1)$$

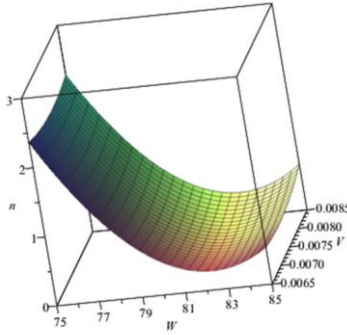


Рисунок 4 - Залежність питомої енергоємності від об'єму поршневої камери та вологості при тривалості циклу подачі органічної маси $t = 5$ с

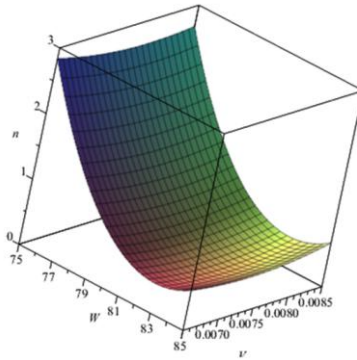


Рисунок 5 - Залежність питомої енергоємності від об'єму поршневої камери та вологості при тривалості циклу подачі органічної маси $t = 10$ с

Для пошуку оптимального значення параметрів за рівнянням регресії знаходимо приватні похідні, прирівнюємо їх до нуля та складаємо систему рівнянь (2):

$$\begin{aligned} \frac{d\eta}{dW} &= -6,3 + 10,9V - 0,0007t + 0,076W; \\ \frac{d\eta}{dV} &= -2531,05 + 10,9W - 7,5t + 2,2 \cdot 10^5 V; \\ \frac{d\eta}{dt} &= 0,7864 - 7,5V - 0,007W - 0,006t. \end{aligned} \quad (2)$$

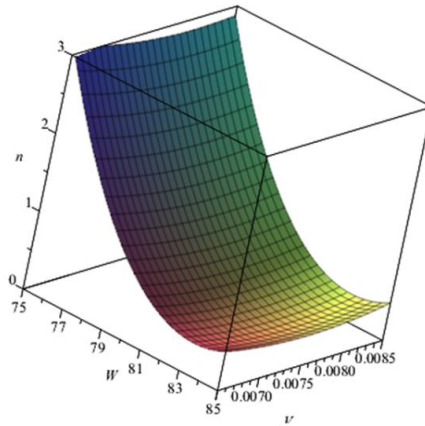


Рисунок 6 - Залежність питомої енергоємності від об'єму поршневої камери та вологості при тривалості циклу подачі органічної маси $t = 15$ с

Після вирішення системи рівнянь і визначення невідомих в програмі Maple отримуємо оптимальні значення при глобальному екстремумі: вологість органічної маси $W = 82,8$ %, об'єм поршневої камери $V = 0,0075$ м³, час циклу подачі органічної маси $t = 10$ с, питома енергоємність $\eta = 0,34$ кВт·год/т.

Висновки. На основі рівняння (1) встановлено, що для процесу подачі органічної маси у ферментер показник питомої енергоємності з урахуванням надійності виконання технологічного процесу експериментальною установкою набуває мінімального значення при вологості органічної маси $W = 82,8$ %, об'ємі поршневої камери $V = 0,0075$ м³, часі циклу подачі органічної маси $t = 10$ с, що суттєво впливає на продуктивність установки.

За результатами аналітичних та експериментальних досліджень було отримано оптимальні параметри процесу подачі органічної маси, що свідчить про те, що фізико-механічні властивості органічної маси знаходяться на переході від текучого до напіврідкого стану.

Література

1. Єрмоленко В.О. Біологічно активні добрива: технологія виробництва // К.: Наук.-вироб. центр СТ "Вибір", 2002. – 152 с.
2. Патент №483220 кл. C02F11/04; C02F3/00,2010.
3. Математическая статистика: учебник / Иванова В.М., Калинина В.Н., Нешумова Л.А., Решетникова И.О. – 2-е изд, перераб. и доп. – М: Высшая школа, 1981. 371 с.

4. Планирование эксперимента в технике. / Барабашук В.И, Креденцер Б.П. Мирошниченко В.И.; Под. Ред. Б.П. Креденцера. – К: Техніка, 1984. – 200 с.
5. Математическая теория планирования эксперимента. \ Под. Редакцией С.М. Ермакова. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 392 с.
6. Асатурян В.И. Теория планирования эксперимента: учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1983. – 248 с.
7. Хайліс Г.А. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: навч. посібник / Г.А. Хайліс, Д.М. Коновалюк – К.:НМК ВО, 1992. – 320 с.
8. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер; под. ред. Э.К. Лецкого/ М.: Мир. – 1977. – 541 с.
9. Использование метода композиционного планирования эксперимента для описания технологических процессов. Методические указания. / А.Н. Гайдадин, С.А. Ефремова. – Волгоград, 2008. – 16 с.
10. Статистика. Словник термінів і позначення. Частина 3. Планування експерименту. ДСТУ ISO 3534-3:2005. К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 36 с.
11. Новик Ф.С. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов / Ф.С. Новик, Я.Б. Арсов. – М.: Машиностроение; София: Техника, 1980. – 304 с.
12. Винарский М.С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. / М.С. Винарский, М.В. Лурье/ К.: Техніка, 1975. – 168 с.
13. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, Ленингр. отделен., 1980. – 168 с.
14. Андреев В.А., Новиков М.Н., Лукин С.М. Использование навоза свиней на удобрение. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 94 с.
15. Бацанов И.Н., Лукьяненко И.И. Уборка и утилизация навоза на свиноводческих комплексах. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 160 с.
16. Бекер М.Е., Лиепиньш Г.К., Райпулис Е.П. Биотехнология. – М.: Агропромиздат, 1990. – 344 с.

Аннотация

В статье рассмотрены результаты экспериментальных исследований параметров установки для подачи органической массы в твердофазный ферментер.

Summary

The results of experimental investigations of specifications of installation for organic matter supply in the solid phase fermenter are considered in the article.