

Назва секції: Інженерія, енергетика та інформаційні технології в умовах війни та післявоєнної відбудови країни

УДК 631.147:63.002.68

ДО ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОШУКОВИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ НА МОДЕЛІ МІШАЛКИ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

Краснолуцький П.П., кандидат технічних наук, доцент (kraspp@ukr.net)

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

Важливим елементом біогазової технології є перемішування, яке потрібне для рівномірного розподілу речовин та бактерій у просторі реактора, вирівнювання теплового поля, руйнування поверхневої кірки, що ускладнює перебіг бродіння. Тому всі дослідники і фахівці-практики одностайні у тому, що перемішування слід проводити регулярно, але з невеликою швидкістю зміщення шарів субстрату (на рівні 0,5 м/с), щоби не пошкодити бактеріальні плівки [1].

Інтенсифікації технологічних процесів шляхом перемішування субстрату присвячені праці Берника П.С., Гарькавого А.Д., Голуба Г.А., Ратушняка Г.С. та інших вчених. У результаті існує досить багато різноманітних конструкцій мішалок, розроблені відповідні методики їх розрахунку. Але універсального інженерного рішення немає і у конкретних випадках слід шукати способи адаптації відомих конструкцій до специфічних умов використання.

Провівши аналітичні дослідження вважаємо, що для реакторів невеликої місткості, враховуючи вимогу низької колової швидкості, доцільно застосувати мішалку із збільшеними по висоті лопатями («пелюсткову»). Тоді за рахунок збільшеної площі безпосереднього контакту лопаті із субстратом можна уникнути утворення зон застою і при низькій частоті обертання.

Конструкція мішалки являє собою вал, до якого на поперечних лонжеронах жорстко прикріплені лопаті з кутом відхилу β_1 у горизонтальній площині та β_2 – у вертикальній. Лопатей може бути більше, ніж одна, а їх розташування виконуватись за вертикальними ярусами.

На початковому етапі досліджень нами було теоретично обґрунтовані основні конструкційно-технологічні параметри мішалки [2]. Наступним етапом є експериментальні дослідження, які повинні дати відповіді на такі основні запитання: наскільки якісно здійснюється перемішування при різних положеннях лопаті; як при цьому змінюється споживана потужність. Але в умовах навчального закладу створити повнорозмірну експериментальну установку практично нереально. Крім того, використання для досліджень справжнього гною або інших органічних відходів категорично заборонено. Тому нами була розроблена модель мішалки та процедура підготовки модельної рідини. Модель мішалки виготовлена у масштабі 1:10 і конструкційно відрізняється способом кріплення лопаті, яку можна фіксувати під різними кутами у вертикальній та горизонтальній площині.

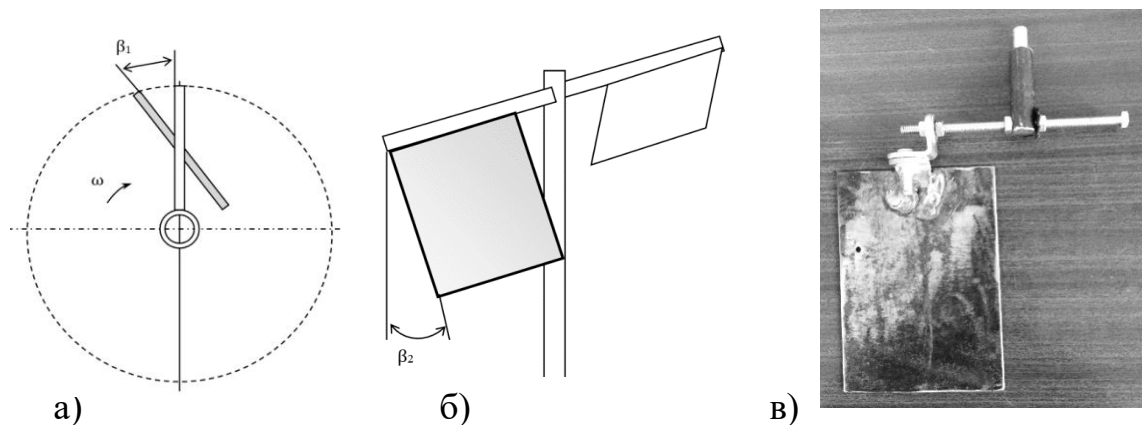


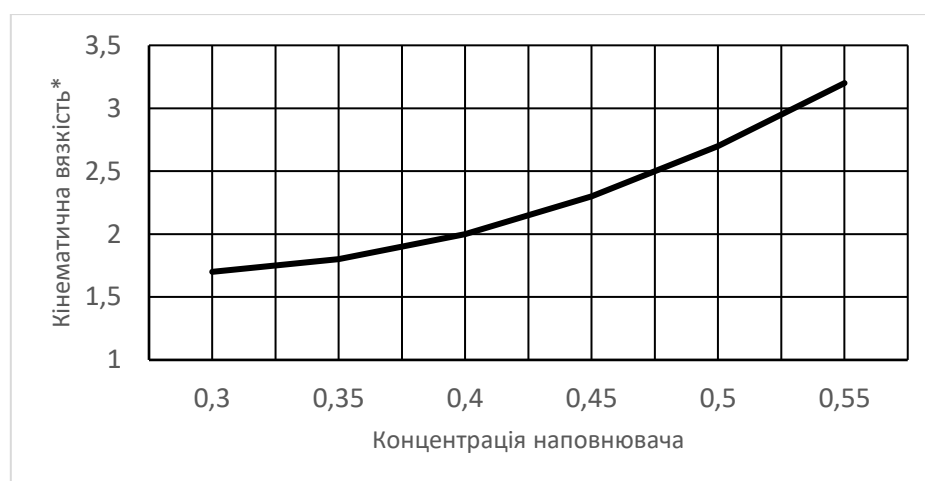
Рисунок 1 Схеми для пояснення кутів встановлення лопаті

а) кут відхилення лопаті від напрямку обертання; б) кут відхилення лопаті від вертикалі; в) модель лопаті

У якості модельної рідини застосовувався водний розчин гліцерину з додаванням вугільної крихти, в'язкість якого наближена до довідкової в'язкості гною. Вугільну крихту (перемелене на шаровому млині вугілля) додаємо для кращої візуалізації процесу і для того, щоби збільшити концентрацію сухої речовини у модельній рідині. При підготовці модельної рідини для проведення дослідів визначалась її густина при різній концентрації органо-мінерального наповнювача, а за допомогою віскозіметра - відповідна кінематична в'язкість розчину.

Таблиця 1 - Густина модельної рідини

Частка наповнювача, %	Густина проби, кг/м ³				Середньо-квадратичне відхилення, σ , кг/м ³
	ρ_1	ρ_2	ρ_3	$\rho_{\text{серед}}$	
0,5	1098	1104	1100	1101	3,06
0,44	1089	1093	1090	1091	2,08
0,4	1080	1082	1083	1082	1,53
0,36	1068	1071	1074	1071	3,00
0,33	1052	1047	1051	1050	2,65

Рисунок 2 – Кінематична в'язкість модельної рідини, $\times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

Наведені параметри модельної рідини близькі до реологічних параметрів свинячого гною (густина 1060 кг/м^3 , кінематична в'язкість $1,5 \dots 2,5 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.)

Оскільки розміри моделі значно відрізняються від натурального зразка, слід застосувати теорію подібності. Зокрема, для перерахунку лінійної швидкості, частоти обертання та потужності слід застосувати критерій Фруда.

Викладена вище процедура підготовки дозволила провести початкові експериментальні дослідження і отримати результати, наближені до реальних.

Перелік посилань

1. Кудря С.О., Головки В.М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії. Київ: НТУУ КПІ, 2015. 201 с.
2. Краснолуцький П.П. До обґрунтування параметрів лопатевої мішалки метантенка. *Multidisciplinary academic research and innovation: Abstracts of XXVII International Scientific and Practical Conference Amsterdam, Netherlands May 25 – 28, 2021*. 839 p. – P.734-742. DOI - 10.46299/ISG.2021.I.XXVII