УДК 631.894:879.4

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГНОЄ-КОМПОСТУВАЛЬНИХ МАШИН

Павленко С.І., к.т.н., доцент, с.н.с.
(Національний університет біоресурсів і природокористування)

Викладені основні принципи визначення енерговитрат робочих органів гноє-компостувальних машин. Приведено вираз для розрахунку роботи технологічного процесу механічної аерації гноє-компостної суміші фрезо-барабанним робочим органом.

Проблема. Головним напрямом визначення раціональних технічних засобів механізованих систем компостування є дослідження їх енерговитрат, що спирається на фізико-математичному описанню процесу. Фізико-математичний опис технологічних процесів змішування, механічної аерації органічних відходів, а в подальшому і формування бурта, є достатньо складним, так як воно охоплює математичний апарат дискретного середовища із неоднорідними та анізотропними фізико-механічними і реологічними властивостями. Тому необхідно комплексно вирішувати проблему, щодо створення наукових основ технологічного процесу змішування та механічної аерації органічних відходів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню поставлених проблем за останні 10-15 років присвячено ряд досліджень для конкретних робочих органах гноє-компостувальних машин, що проводились в Україні, Росії та Білорусі. Механізоване компостування в країнах СНГ рекомендують проводити з використанням загально технічного обладнання і машин та загально-фермерських засобів механізації [1-7]. В останні роки з'явились дослідження по технічним засобам, що можливо використовувати в біоконверсних технологіях: навантажувачі періодичної дії і безперервної дії [8-9], розпушувачі буртів [10-11], засоби аерації буртів [12], навантажувачі-змішувачі [13-14]. В той же час за нормами СНГ склались умови для формування класу машин таких як аератори-змішувачі, аератори-змішувачі-навантажувачі безперервної дії з широким діапазоном продуктивності, встановленої потужності двигунів для самохідних машин і енергетичних засобів для причіпних з конструкціями і параметрами робочих органів та їх технологічними можливостями.

До найбільш значимих останніх досягнень наукових досліджень слід віднести роботи Павлова П.І (Росія, Саратов), що вдосконалював робочі органи і технологічні процеси гноєнавантажувачів безперервної дії на основі розробки живильників, пристроїв, що забезпечують відділення невеликої порції перероблюваної органічної сировини [15]. В Росії відома школа дослідників процесів прискореного компостування Завражного А.І. (Мічуринськ,

Науковоград) Представники цієї школи Миронов В.В. Хмиров В.Д. запропонували технологічні і технічні рішення по вдосконаленню процесів і засобів механізації [8-10]. Робота Криволапова М.В. розглядає обґрунтування параметрів розпушувача буртів [11], а Візірова А.О. навантажувача-змі-шувача [12]. З врахуванням вищеназваних машин і обладнання: аераторів, навантажувачів та інших, є можливість нарахувати до 10 різних найменувань. Всі вони призначені для однієї мети – технічному забезпеченню біоконверсної переробки гноєвих органічних сумішей. В Україні роботи Голуба Г.А. присвячені розвитку технологій і технічних засобів з одержання компостів для виробництва грибів [16]. Узагальнюючі матеріали попередніх досліджень можливо зробити висновки, що наукові дослідження по механізації компостування направлені на обґрунтування технічних рішень локального характеру, щодо забезпечення технологічних характеристик сировини, вибору раціональних параметрів пристроїв.

Мета досліджень. Розробити основні принципи визначення енерговитрат робочих органів гноє-компостувальних машин.

Результати досліджень. Для відображення фізичного стану технологічного процесу механічної аерації гноє-компостної суміші можна допустити, що фізичний зміст полягає в послідовних операціях: відокремлення частки, порції, стружки, долі; переміщення сировини при якому відбуваються деформації; розвантаження маси.

Таким чином в спрощеному варіанті технологічний процес механічної аерації гноє-компостної суміші можливо представити у вигляді схеми (рис. 1).

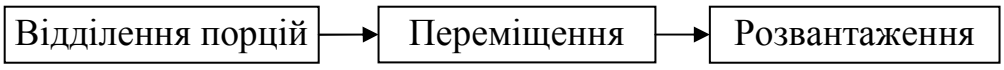

Рисунок 1 – Схема технологічного процесу механічної аерації гноєкомпостної суміші

Відділення порції або стружки – це відомі процеси різання, стискання та інші процеси, що основані на принципах фізичної дії. Найбільш розповсюджені схеми відділення: переміщення робочого органу або знаряддя – на «сировину, матеріал», а також «сировини, матеріалу» на «робочий орган, знаряддя».

Переміщення матеріалу характеризує деформацію або шлях порції, частки, стружки, при якому змінюється її положення у внутрішньому стані сировини, геометричні розміри, і, як слідство, фізико-механічні властивості. Ці зміни необхідні за агрозоотехнологічними, біологічними або організаційними вимогами.

Процес розвантаження має принципове значення для досягнення показників якості виконання операції, підготовки сировини для наступного обробітку і створення умов по підвищенню процесів в цілому.

Загальна робота по виконанню технологічного процесу механічної аерації гноє-компостної суміші може бути розрахована, як суперпозиції робіт

зазначених процесів:

$$\sum A = A_в + A_п + A_р, \quad (1)$$

де $A_в$ – робота по відокремленню, Дж;

$A_п$ – робота по переміщенню або деформації, Дж;

$A_р$ – робота по розвантаженню, Дж.

Складова загальної роботи може бути чітко виражена і визначати вплив на роботу в цілому. Кожна складова роботи може бути визначена виходячи з її визначення, як скалярна кількісна міра дії сили:

$$A_i = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r}, \quad (2)$$

де $\vec{F}(\vec{r})$ – вектор сили, Н;

$\vec{r}$ – радіус-вектор, м.

Підставляючи (2) в (1) отримуємо:

$$\sum A = \int_{\vec{r}_{в1}}^{\vec{r}_{в2}} \vec{F}_в(\vec{r}) \cdot d\vec{r}_в + \int_{\vec{r}_{п1}}^{\vec{r}_{п2}} \vec{F}_п(\vec{r}) \cdot d\vec{r}_п + \int_{\vec{r}_{р1}}^{\vec{r}_{р2}} \vec{F}_р(\vec{r}) \cdot d\vec{r}_р. \quad (3)$$

Тобто для визначення роботи технологічного процесу механічної аерації гноє-компостної суміші визначеним робочим органом необхідно дослідити сили, що діють на частку маси.

Згідно проведених теоретичних досліджень процесу взаємодії лопаті фрезо-барабанного робочого органу аератора з гноє-компостною сумішшю [17] була отримана суперпозиція зусиль, які витрачаються на переміщення і відділення часток гноє-компостної суміші:

$$\sum F = (C_0 + \sigma_n tg\psi)hb + m(\omega^2\rho(t) + fg + 2\omega\dot{\rho}(t)f + g\sin\alpha), \quad (4)$$

де C_0 – коефіцієнт зчеплення гноє-компостної суміші, Па;

ψ – кут внутрішнього тертя гноє-компостної суміші, рад;

σ_n – нормальне миттєве напруження опору гноє-компостної суміші, Па;

h, b – ширина і висота елементарної частки гноє-компостної суміші, м;

m – маса частки компосту, кг;

ω – кутова швидкість обертання лопаті робочого органу, $с^{-1}$;

$\rho(t)$ – радіус переміщення частки компосту, м;

$\dot{\rho}(t)$ – швидкість переміщення частки компосту, м;

g – прискорення вільного падіння, $м/с^2$;

f – коефіцієнт тертя;

α – кут нахилу лопаті.

Підставляючи (4) в (3) маємо вираз для розрахунку роботи технологічного процесу механічної аерації гноє-компостної суміші фрезо-барабанним робочим органом:

$$\sum A = \left[(C_0 + \sigma_n tg\psi)hb + m(\omega^2\rho(t) + fg + 2\omega\dot{\rho}(t)f + g\sin\alpha)\right]\rho(t). \quad (5)$$

Висновки. Викладені основні принципи визначення енерговитрат робочих органів гноє-компостувальних машин. Приведено вираз для розрахунку роботи

технологічного процесу механічної аерації гноє-компостної суміші фрезо-барабанним робочим органом.

Перелік використаних джерел

1. Павленко С.І. Обґрунтування технологічної схеми процесу компостування органічних відходів на відкритих майданчиках Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. — випуск №157 «Технічні системи і технології тваринництва». — Харків. — 2015. — с.197-201.

2. Новиков М.Н. Птичий помет – ценное органическое удобрение. М.Н. Новиков, В.Н. Хохлов, В.В. Рябков «Росагропромиздат» М. 1989. 79с.

3. Бондаренко А.М. Обоснование и разработка процессов производства и использования концентрированных органических удобрений. А.М. Бондаренко. автореф. дис… докт.техн.наук: 05.20.01. – Зерноград, 2001. - 40 с

4. Обґрунтувати перспективні напрямки і технологічні схеми виробництва органо-мінеральних добрив шляхом компостування: Звіт в УкрІНТЕІ/Ін-т. мех. тварин. УААН; № ДР0101U007033;Інв.0302U001868, Запоріжжя,2002. -47с.

5. Петренко И.М. Процессы компостирования отходов животноводства и растениеводства. И.М. Петренко Монография. – Краснодар: КГАУ, 2002. – 328 с.

6. Бондаренко А.М. Технические средства для подготовки и использования органических удобрений / А,М, Бондаренко // Вестник РАСХН, 1999, №2 – с. 77-79.

7. Спевак Н.В. Совершенствование технологии производства компостов с разработкой и обоснованием параметров устройства для измельчения твердых органических удобрений: автореф. дис....канд. техн. наук / Н.В. Спевак. – Саратов, 2005.-20 с.

8. Завражнов А.И. Научно-технические решения ресурсосбережения при использовании навозопогрузчиков непрерывного действия: дис....докт. техн. наук / А.И. Завражнов В,В, Миронов // Научно технический прогресс в животноводстве – машин технологическая модернизация отрасли: сб. науч. тр. ГНУ ВНИИМЖ Том Ч. 3, 2007.- с.159-170 с

9. Миронов В.В. Технологии и технические средства интенсификации производства органических удобрений на фермах крупного рогатого скота : автореф. дис....докт. техн. наук / В.В. Миронов. – Мичуринск-Науко- град., 2010.-38с.

10. Хмыров В.Д. Ресурсосберегающая технология и технические средства уборки и приготовления органического удобрения из навоза глубокой подстилки: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук : специальность 05.20.01 / В.Д. Хмыров ;ФГОУ ВПО "МичГАУ". - Мичуринск. - 2011. - 40 с.

11. Криволапов М.В. Совершенствование технологических процессов и

технические средства погрузки навоза : автореф. дис....канд. техн. наук / М.В. Криволапов. – Мичуринск-Наукоград., 2011.-20 с.

12. Везиров А.О. Повышение эффективности и технологического процесса приготовления почвенных смесей путем обоснования конструктивно-режимных параметров погрузчика смесителя: автореф. дис....канд. техн. наук / А.О. Везиров. – Саратов, 2011.-20 с.

13. Вітрух І.П. Обгрунтування технологічного процесу приготування органічних добрив у польових умовах і параметрів забірно-змішуючого органа мобільного навантажувача безперервної дії: автореф. дис....канд. техн. наук / І.П. Вітрух Мелітополь, 2015.-18 с.

14. Кудря В.О. Обгрунтування параметрів робочого органу роторно лопатевого типу навісного модуля до розкидувача органічних добрив: автореф. дис....канд. техн. Наук 05.05.11 / В.О. Кудря Глеваха, 2015.-18 с.

15. Павлов П.И. Научно-технические решения ресурсосбережения при использовании навозопогрузчиков непрерывного действия: дис....докт. техн. наук / П.И. Павлов. – Саратов, 2002.-441 с.

16. Голуб Г.А. Агропромислове виробництво їстівних грибів. Механіко-технологічні основи / Г.А. Голуб // Монографія. – Київ, Аграрна наука, 2007. – 332 с.

17. Павленко С.І. Теоретичні дослідження процесу взаємодії лопаті робочого органу аератора з гноє-компостною сумішшю / Збірник праць Винницького національного аграрного університету. – Серія: Технічні науки. – Випуск №3(92). – Вінниця. – 2015. – с. 24-27.

Аннотация

Основные принципы определение энергозатрат рабочих органов навозокомпостирующих машин

Павленко С.І.

Изложены основные принципы определения энергозатрат рабочих органов навозо-компостирующих машин. Приведены выражение для расчета работы технологического процесса аэрации навозо-компостной смеси фрезой-барабанным рабочим органом

Abstract

Basic principles of determination of power inputs of working organs of manure composting machines

S.Pavlenko

The basic principles of determining the energy consumption of the working organs of manure composting machines are set out. The expression for calculating the operation of the technological process of aeration of manure-compost mixture by a milling-drum working body