



УДК 636.2:633.58

Б. В. Болтянський¹, к.т.н.

ORCID: 0000-0003-2072-4025

О. С. Колодій¹, к.т.н.

ORCID: 0000-0003-2237-6730

А. О. Парієв², к.т.н.

ORCID: 0000-0001-7193-1409

О. О. Дробишев²

ORCID: 0000-0002-7302-5060

Т. М. Коротченко²

ORCID: 0000-0002-1660-7187

¹Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

e-mail: boris.boltianskyi@tsatu.edu.ua,

²Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва

e-mail: imtuaan@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОЦЕСУ РОЗКИДАННЯ СТЕБЕЛЬЧАСТОГО МАТЕРІАЛУ З РУЛОНІВ

Анотація. В статті приведено методику та результати експериментальних досліджень по визначенню потужності, що споживається на привод робочих органів мобільного розкидача солом'яної підстилки для покриття стійл (боксів) корів та енергоємності процесу розкидання стебельчастого матеріалу з рулонів.

Для механізації процесу внесення підстилки в Запорізькому науково-дослідному центрі з механізації тваринництва НААН України розроблено розкидач, призначений для внесення солом'яної підстилки при безприв'язно-боксовому утриманні великої рогатої худоби. Експериментальний зразок розкидача з роторно-пальцевим робочим органом спроектовано і виготовлено в комбінації з радіальними і гнучими пальцями на роторі [1].

Експериментальними даними встановлено, що потужність, яка споживається на привод роторно-пальцевого робочого органу мобільного розкидача солом'яної підстилки при частоті обертання хвостовика ВВП трактора 540 хв.-1, поступальній швидкості руху агрегату 2 км/год. та продуктивності 1,5 кг/с дорівнює 7,633 кВт. В нашому випадку у зв'язку з встановленням роторно-пальцевого робочого органу для розкидання солом'яної підстилки споживана потужність зросла на 9%. Дане зростання не буде мати суттєвого впливу на загальну енергоємність технологічного процесу внесення підстилкового матеріалу, оскільки запас потужності трактора даного класу цілком дозволяє його використання.



Ключові слова: розкидач, роторно-пальцевий робочий орган, експериментальні дослідження, споживана потужність, енергоємність.

Постановка проблеми. На даний час для механізованої доставки і розкидання підстилки використовують спеціальні машини, які можуть бути як універсальними (кормороздавачі, кормороздавачі-змішувачі), так і спеціалізованими (тюковози-подрібнювачі «Castor», «Tomahawk», PRIMOR, ИСРК-12 тощо). Але, як показує практика, відомі розкидачі підстилки, переважно закордонного виробництва, мають досить суттєві технологічні і економічні недоліки [1-3].

Технологічним недоліком сучасного обладнання є значна запиленість приміщень (розкидачі переважно вентиляторного типу) [3-5], а економічним – великі енерговитрати на процес подрібнення та внесення підстилки: подрібнювачі-роздавачі рулонів (1 рулон) потребують на привод робочих органів 40-50 кВт, а міксери вже – 44-60 кВт. До того ж, для всіх технологічних операцій у обладнання, яке пропонується, використовується коштовне рідке паливо (дизель). Тому перспективне обладнання повинно бути енергоощадним, при зниженні питомих енерговитрат на процес внесення підстилки за безприв'язного утримання худоби [6-8].

Аналіз останніх досліджень. Розробкою, на якій базуються наші дослідження, займалися багато вчених в тому числі В. Д. Роговий, А. А. Музика, М. А. Тищенко, В. В. Сухоруков, Н. В. Брагінець та ін. [9-11].

В ЗНДЦМТ ННЦ «ІМЕСГ» спільно з ТОВ «Оріхівсільмаш» виготовлено обладнання для технологічного процесу внесення солом'яної підстилки на фермах великої рогатої худоби на базі кормороздавача типу КТУ-10А (рис. 1), технічна характеристика якого представлено в табл. 1.

Робочим органом для внесення підстилки є ротор з чотирма рядами пальців. Роторно-пальцевий робочий орган обладнання встановлено у вивантажувальному вікні над поперечним стрічковим транспортером таким чином, що вивантажувальна маса викидається з транспортера робочим органом перпендикулярно напрямку руху обладнання [1-3].

На підставі раніше проведених досліджень встановлено, що для якісного розподілу підстилки ротор повинен мати діаметр від 450 мм до 500 мм, чотири ряди загострених під кутом від 15° до 30° круглих пальців, розташованих радіально до осі обертання. Товщина пальців повинна становити не більше 14 мм, а відстань між ними в ряду від 50 мм до 70 мм [1].

Розробка обладнання для технологічного процесу внесення солом'яної підстилки з роторно-пальцевим робочим органом відповідає зоотехнічним і технологічним вимогам та є енергоощадним

обладнанням, що дозволяє зменшити енергетичні витрати та підвищити якість виконання технологічного процесу розкидання підстилкового матеріалу з рулонів [3].



Рисунок 1. Загальний вид обладнання для технологічного процесу внесення солом'яної підстилки з роторно-пальцевим робочим органом

Таблиця 1

Технічна характеристика обладнання з роторно-пальцевим робочим органом для технологічного процесу внесення солом'яної підстилки

Найменування параметру	Значення параметру
Вантажопідйомність, т	4
Місткість, м ³	10
Габаритні розміри, мм	6670x2300x2500
Колія, мм	1800
Маса, кг	2300
Транспортна швидкість, км/год.	30
Потужність, кВт	7,5
Агрегування з тракторами класу 0,9 і 1,4	Т-40, МТЗ, ЮМЗ
Дальність розкидання соломи на підстилку, м	1,5-5
Продуктивність при розкиданні соломи, т/год.	0,5-3
Лінійна щільність розкидання соломи на підстилку, кг/м ³	0,5-1,5

Формулювання мети статті. Визначити вплив конструктивно-режимних параметрів роторно-пальцевого робочого органу на енергоємність процесу розкидання підстилкового матеріалу з рулонів.

Основна частина. Експериментальними дослідженнями з енергетичної оцінки обладнання з роторно-пальцевим робочим органом з приводом від ВВП трактора було визначено потужність,



споживану на привод роторно-пальцевого робочого органа мобільного розкидача солом'яної підстилки та визначено питомі енерговитрати процесу розкидання підстилкового матеріалу [5,12].

Для обладнання з приводом робочих органів від ВВП трактора потужність (кВт) розраховують за формулою [5]:

$$N_{ВВП} = 1,047 \cdot 10^{-3} M_{ВВП} \cdot n_{ВВП}, \quad (1)$$

де $M_{ВВП}$ - крутний момент на хвостовику вала відбору потужності трактора, Н·м;

$n_{ВВП}$ - частота обертання хвостовика вала відбору потужності трактора, хв.⁻¹.

Питомі енерговитрати (кДж/кг) розкидача солом'яної підстилки з роторно-пальцевим робочим органом) обчислюємо за формулою [5]:

$$E = \frac{N_M}{W_O} 3,6, \quad (2)$$

де N_M - потужність, споживана розкидачем солом'яної підстилки з роторно-пальцевим робочим органом, кВт;

W_O - продуктивність розкидача солом'яної підстилки з роторно-пальцевим робочим органом, кг/с.

Показники енергетичної оцінки визначались за результатами вимірів, отриманих при випробуваннях. На кожному режимі роботи обладнання повинні бути виконані не менше чотирьох вимірів кожної величини, тривалістю не менше 20 с. При визначенні показників енергетичної оцінки навісних, напівнавісних або причіпних сільськогосподарських машин з приводом робочих органів від валу відбору потужності трактора вимірюють:

- час (тривалість) вимірювання – секундоміром;
- довжину шляху, що пройшов мобільний розкидач солом'яної підстилки за час вимірювання та ширину смуги розкидання – рулеткою (рис. 2).

- крутний момент на валу відбору потужності – прохідним струмознімальним ртутно-амольгамованим пристроєм (ТРАП) (рис. 3);

- частоту обертання валу робочого органа та валу відбору потужності – тахометром (рис. 4);

- фіксацію даних – за допомогою ПЕОМ з програмним забезпеченням Oscill (рис. 5).

Результати випробувань по визначенню показників енергетичної оцінки наведено в табл. 2 [6].



Рисунок 2. Визначення довжини шляху, що пройшов мобільний розкидач соломої підстилки та ширини смуги розкидання



Рисунок 3. Визначення крутного моменту на валу відбору потужності трактора



Рисунок 4. Визначення частоти обертання валу робочого органа та валу відбору потужності

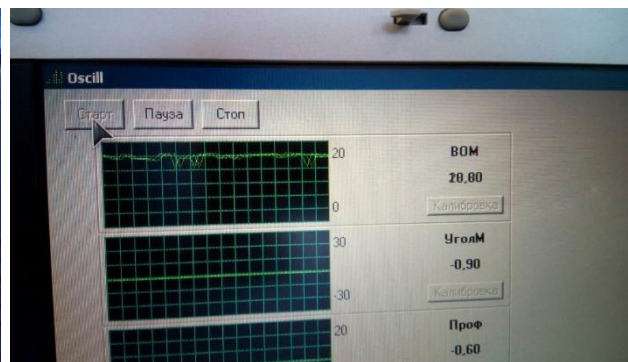


Рисунок 5. Реєструюча апаратура, ПЕОМ та програмне забезпечення Oscill

Таблиця 2

Показники, що визначаються при енергетичній оцінці розкидача солом'яної підстилки з роторно-пальцевим робочим органом

Найменування показника	Значення показника
Режим роботи:	
- поступальна швидкість руху агрегату, км/год.	2
- дальність розкидання підстилки, мм	2100
- ширина смуги розкидання підстилки (<i>max</i>), мм	3000
- продуктивність, кг/с	1,5
Потужність, що споживається на привод робочого органу, кВт	7,633
Питомі енерговитрати (енергоємність), кДж/кг	1,2-3,8

Аналіз експериментальних даних показав (рис. 6), що більш напруженим є пуск робочих органів мобільного розкидача солом'яної підстилки в тому випадку, коли хвостовик редуктора ВВП трактора ЮМЗ-8040.2 налаштований на частоту обертання 540 хв.^{-1} [6].

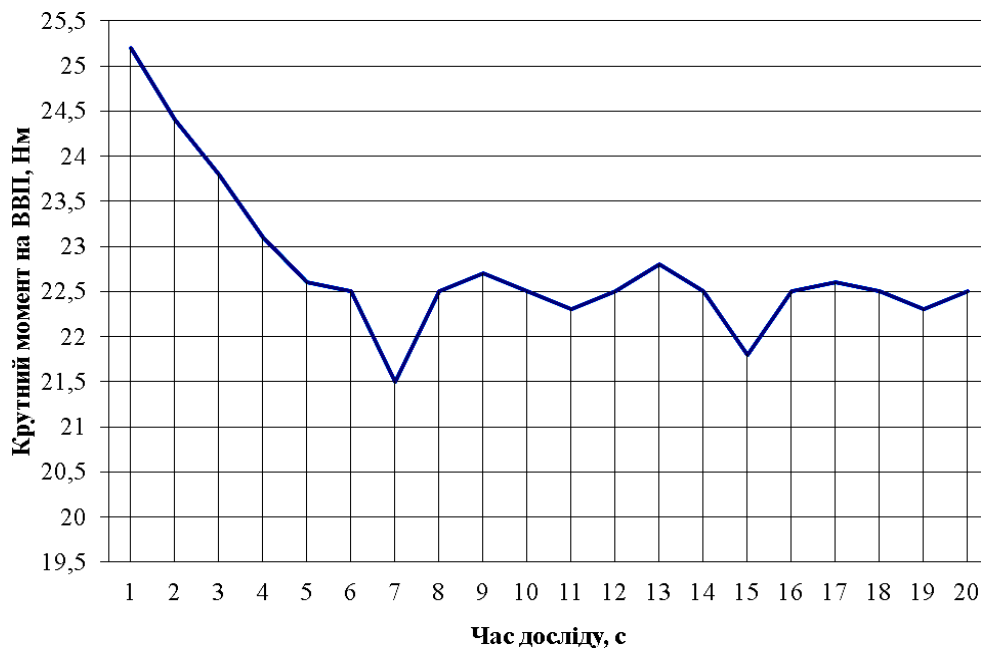


Рисунок 6. Динаміка зміни крутного моменту на ВВП трактора при частоті обертання хвостовика 540 хв.^{-1}

Крутний момент при цьому приблизно через 1 с після пуску досяг свого максимального значення на рівні 25,2 Нм. Починаючи з 8 с дослідження середнє значення крутного моменту становило 22,5 Нм (рис. 6).

Частота обертання роторно-пальцевого робочого органу при передаточному відношенні приводу 0,6 склала 324 хв.^{-1} .

Отже, потужність, що споживається на привод робочих органів мобільного розкидача солом'яної підстилки з роторно-пальцевим барабаном дорівнює:

$$N_{ВВП} = 1,047 \cdot 10^{-3} \cdot 22,5 \cdot 324 = 7,633 \text{ кВт}.$$

Висновки. Експериментальними даними встановлено, що потужність, яка споживається на привод роторно-пальцевого робочого органу мобільного розкидача солом'яної підстилки в агрегаті кормороздавача КТУ-10А і трактора ЮМЗ-8040.2 при частоті обертання хвостовика ВВП трактора 540 хв.^{-1} , поступальній швидкості руху агрегату 2 км/год. та продуктивності $1,5 \text{ кг/с}$ дорівнює $7,633 \text{ кВт.}$

Згідно з технічною характеристикою базового кормороздавача КТУ-10А потужність, що витрачається на привод робочих органів, дорівнює 7 кВт. В нашому випадку у зв'язку з встановленням роторно-пальцевого робочого органу для розкидання солом'яної підстилки споживана потужність зросла на 9% . Дане зростання споживаної потужності не буде мати суттєвого впливу на загальну енергоемність робочого процесу внесення підстилкового матеріалу, оскільки номінальна експлуатаційна потужність трактора даного класу згідно його технічній характеристиці становить $57,4+3,7 \text{ кВт.}$ Це цілком дозволяє його використання.

Список використаних джерел

1. Парієв А. О., Дробишев О. О., Коротченко Т. М. Експериментальний зразок розкидача солом'яної підстилки. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин.* Кіровоград: КНТУ, 2015. Вип. 45, ч. 1. С. 223-227.
2. Париев А., Дробишев О., Коротченко Т. Экспериментальные исследования разбрасывателя подстилки с роторно-пальцевым рабочим органом. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* 2016. Vol. 18, № 1. С. 37-42.
3. Парієв А. О., Дробишев О. О., Коротченко Т. М. Апробація розкидача підстилки з роторно-пальцевим робочим органом у виробничих умовах. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету.* Мелітополь, 2018. Вип. 8, т. 2. DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-11.
4. Прокопенко К. Ю., Колодій О. С. Вплив вологості насіння соняшника на швидкість повітряного потоку. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (м. Мелітополь, 2-27 листопада, 2020 р.).* Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 316-319.
5. Дереза С. В. Програма і методика експериментальних досліджень визначення енергетичних показників розкидача підстилки. *Науковий вісник Таврійського державного*



агротехнологічного університету. Мелітополь, 2020. Вип. 10, т. 1. DOI: 10.31388/2220-8674-2020-1-7.

6. Sosnowski S. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol.16, No 2. P. 49-54.

7. Boltiansky O. V. Analysis of the main areas of resource conservation in animal husbandry. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. 2016. Vol. 18, № 13. P. 49-

8. 54Skliar A., Demyanenko D. Research of the cereal materials micronizer for fodder components preparation in animal husbandry. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. Springer Nature Switzerland AG. 2019. P. 249-258.

9. Boltianskyi B. The Process of Operation of a Mobile Straw Spreading Unit with a Rotating Finger Body-Experimental Research / B. Boltianskyi et al. *Processes*. 2021. Vol. 9, № 7. 1144. DOI: 10.3390/pr9071144.

10. Болтянський Б. В. Підвищення ефективності технологічного процесу роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби. *Сучасні проблеми землеробської механіки: збірник тез доповідей XXII Міжнар. наук. конф. (м. Ніжин, 16-18 жовтня 2021 року)*. Київ-Ніжин, 2021. С. 72-75.

11. Boltianskyi O.V., Boltianska N.I. Reducing energy expenses in the production of pork. *WayScience*. Dnipro, Ukraine, 2021. P.1. С. 27-29.

12. Підвищення ефективності функціонування молочно-товарної ферми на прикладі ПП «Могучий» Мелітопольського району Запорізької області / Д. П. Журавель, Р. В. Скляр, Л. О. Болтянська. *Тваринництво сьогодні*. 2021. № 3. С. 18-29.

Стаття надійшла до редакції 01.12.2021р.

B. Boltianskyi¹, O. Kolodii¹, A. Pariev², O. Drobyshev², T. Korotchenko²

¹Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University

²Zaporozhye research center for livestock mechanization

DETERMINATION OF ENERGY CONTENT OF THE PROCESS OF SCATTERING STRAW MATERIAL FROM ROLLS

Summary

The article presents the methodology and results of experimental studies to determine the power consumed to drive the working bodies of the mobile straw litter spreader to cover the stalls (boxes) of cows and the energy consumption of the process of scattering stem material from rolls.

To mechanize the process of litter application, the Zaporizhia Research Center for Livestock Mechanization of the National Academy of Sciences of Ukraine has developed a spreader designed for the application of straw litter with loose-boxing of cattle. An



experimental sample of a spreader with a rotary-finger working body is designed and manufactured in combination with radial and bent fingers on the rotor.

Experimental data show that the power consumed to drive the rotary-finger working body of the mobile straw litter spreader at the speed of the shaft of the PTO of the tractor 540 min.⁻¹, the translational speed of the unit 2 km/h. and a capacity of 1,5 kg/s is equal to 7,633 kW.

In our case, due to the installation of a rotary-finger working body for spreading straw litter, the power consumption increased by 9%. This growth will not have a significant impact on the overall energy intensity of the technological process of application of bedding material, as the power reserve of the tractor of this class allows its use.

Key words: spreader, rotary-finger working body, experimental researches, power consumption, energy consumption.

Б. В. Болтянский¹, А. С. Колодий¹,

А. А. Париев², О. А. Дробишев², Т. Н. Коротченко²

¹Таврический государственный агротехнологический университет имени
Дмитрия Моторного

²Запорожский научно-исследовательский центр механизации
животноводства

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА РАЗБРАСЫВАНИЯ СТЕБЕЛЬЧАСТОГО МАТЕРИАЛА ИЗ РУЛОНОВ

Аннотация

В статье приведена методика и результаты экспериментальных исследований по определению мощности, потребляемой на привод рабочих органов мобильного разбрасывателя соломенной подстилки для покрытия стойл (боксов) коров и энергоемкости процесса разбрасывания стебельчатого материала из рулонов.

Для механизации процесса внесения подстилки в Запорожском научно-исследовательском центре механизации животноводства НААН Украины разработан разбрасыватель, предназначенный для внесения соломенной подстилки при беспривязно-бюксовом содержании крупного рогатого скота. Экспериментальный образец разбрасывателя с роторно-пальцевым рабочим органом спроектирован и изготовлен в комбинации с радиальными и гнутыми пальцами на роторе. Экспериментальными данными установлено, что потребляемая мощность на привод роторно-пальцевого рабочего органа мобильного разбрасывателя соломенной подстилки при частоте вращения хвостовика ВОМ трактора 540 мин.⁻¹, поступательной скорости движения агрегата 2 км/ч и производительности 1,5 кг/с равна 7,633 кВт.

В нашем случае в связи с установкой роторно-пальцевого рабочего органа для разбрасывания соломенной подстилки потребляемая мощность выросла на 9%. Данный рост не будет оказывать существенного влияния на общую энергоемкость технологического процесса внесения подстилочного материала, поскольку запас мощности трактора данного класса полностью позволяет его использование.

Ключевые слова: разбрасыватель, роторно-пальцевый рабочий орган, экспериментальные исследования, потребляемая мощность, энергоемкость.