



УДК 636.083.1

DOI: 10.31388/2220-8674-2020-1-7

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОЗКИДАЧА ПІДСТИЛКИ

Болтянський Б. В., к.т.н.

ORCID: 0000-0003-2072-4025

Дереза С. В., ст. викладач

ORCID: 0000-0001-9797-0967

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

e-mail: borys.boltianskyi@tsatu.edu.ua

Постановка проблеми. Задача підвищення ефективності молочного скотарства вирішується шляхом своєчасного використання досягнень науково-технічного прогресу і, насамперед, науково-обґрунтованого вибору способу утримання корів [1,2]. Результати наукових досліджень та практика свідчать, що найкращих техніко-економічних показників досягають на молочних підприємствах з безприв'язним утриманням корів, яке дозволяє раціонально використовувати техніку, підвищувати продуктивність праці, знижувати собівартість продукції, покращувати фізіологічний стан і відтворювальні функції корів, забезпечувати потокове виробництво молока [3-6].

Низький рівень комфортності стійл (боксів) на вітчизняних фермах обумовлений, в першу чергу, відсутністю технічних засобів для внесення підстилки, які відповідають зоотехнічним і технологічним вимогам щодо механізації і автоматизації цього процесу. На практиці, в більшості випадків, внесення підстилки в стійла (бокси) відбувається вручну і без дотримання названих вимог. А наявне сучасне обладнання для розкидання солом'яної підстилки має значну енерго- і матеріалоємність та суттєвий технологічний недолік – запилення приміщень, що обмежує його використання [7,8].

В умовах зменшення розмірів ферм слід вказати на перспективність розкидачів підстилки з роторним робочим органом, який характеризується невисокими питомими показниками витрат енергії і маси та при роботі використовує фізико-механічні властивості матеріалів. Це дало змогу вирішити й реалізувати на практиці технологію, яка підвищила ефективність використання рослинної сировини у якості підстилки, зменшила витрати праці на етапі розкидання, зменшила захворюваність тварин та покращила умови їх утримання [9,10]. Саме застосування роторного робочого



органу із пальцями різного конструктивного виконання є провідною ідеєю даних досліджень [11].

Аналіз останніх досліджень. Вдосконаленню технологій і технічних засобів внесення органічної підстилки на тваринницьких фермах присвячені наукові роботи В. Р. Альошкіна, А. А. Артюшина, М. Ф. Баранова, В. А. Голікова, А. І. Завражнова, Л. П. Кормановського, Г. М. Кукти, С. В. Мельникова, І. І. Ревенка, П. М. Рощина, В. І. Сироватки, В. Д. Рогового, А. О. Парієва та інших вчених [10-14]. Аналіз результатів наукових досліджень і публікацій підтверджує доцільність продовження вивчення проблеми пошуку найбільш енергоощадного варіанту внесення солом'яної підстилки в зону відпочинку тварин.

Формулювання цілей статті. Розробити програму і методику експериментальних досліджень енергетичних витрат при виконанні технологічного процесу розкидання підстилкового матеріалу на базі запропонованого мобільного агрегату з роторно-пальцевим робочим органом.

Основна частина. Для механізації процесу внесення підстилки в Запорізькому науково-дослідному центрі з механізації тваринництва НААН України розроблено розкидач, який призначений для розкидання солом'яної підстилки при безприв'язно-боксовому утриманні великої рогатої худоби. Експериментальний зразок розкидача для внесення солом'яної підстилки з роторно-пальцевим робочим органом спроектований і виготовлений з комплектом комбінації радіальних і гнутих пальців на роторі [11, 15, 16].

Розкидач солом'яної підстилки, базою якого обрано кормороздавач типу КТУ, призначений для розкидання подрібненої (6-15 см) солом'яної підстилки в стійла (бокси) з максимальним їх покриттям по площині. Конструктивна модель та загальний вид експериментального розкидача підстилки з роторно-пальцевим робочим органом, який агрегується з трактором тягового класу 1.4, наведені на рисунку 1. Робочим органом для внесення підстилки є ротор з чотирма рядами пальців. У першому варіанті – з прямими пальцями, в другому варіанті – з пальцями, частину з яких виконано гнутими під кутом 30° або 45° (рис. 2).

Роторно-пальцевий робочий орган розкидача встановлено у вивантажувальному вікні розкидача над поперечним стрічковим транспортером таким чином, що вивантажувальна маса викидається з транспортера робочим органом перпендикулярно напрямку руху розкидача.

Принцип дії розкидача ґрунтується на механічній подачі солом'яної підстилки із бункера-накопичувача роторно-пальцевим робочим органом, який являє собою обертальний вал із радіально

розташованими рядами пальців. З поперечного транспортеру ротор прямими пальцями одного ряду зчісує солом'яну масу, у тому числі зволожену, і кидає її у розпушеному вигляді на підлогу стійла (боксу).

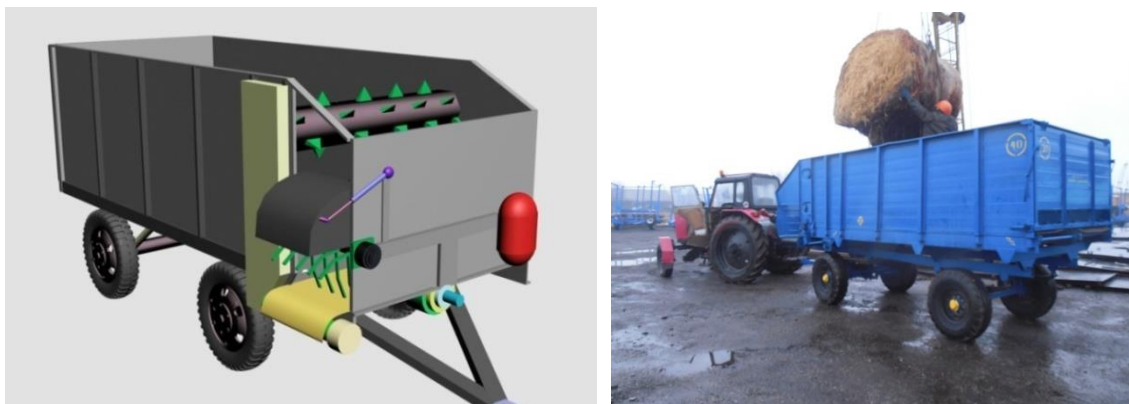
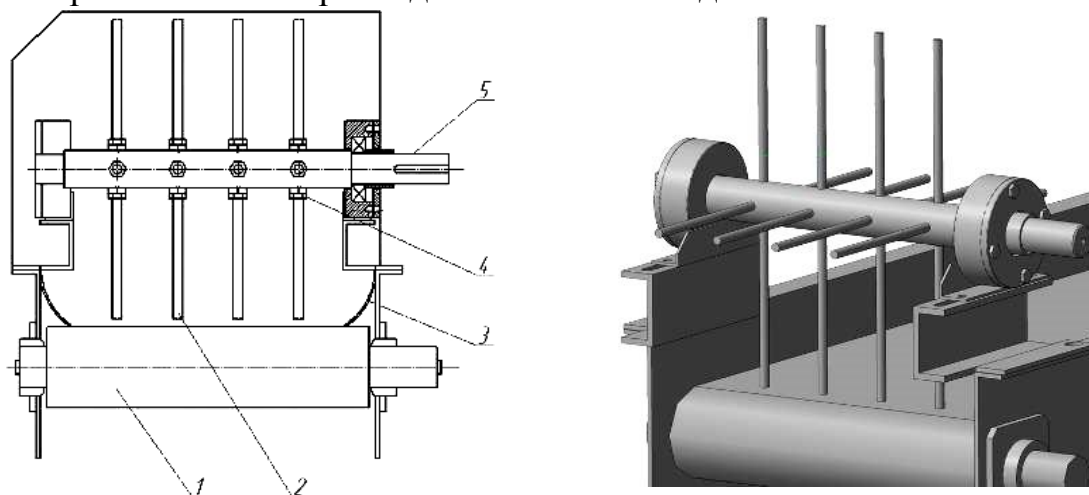


Рис. 1. Конструктивна модель та загальний вид експериментального розкидача солом'яної підстилки



1 – вивантажувальний поперечний транспортер;
2 – пальці; 3 – напрямна;
4 – контрова гайка; 5 – вал роторно-пальцевого органу

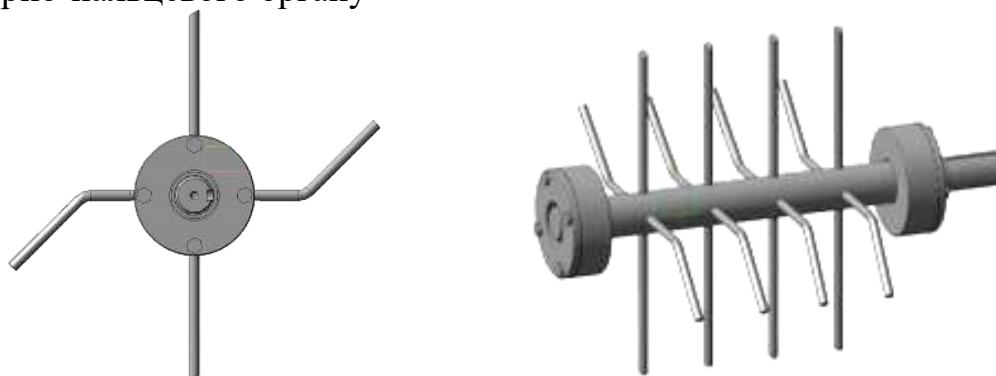


Рис. 2. Конструктивні моделі робочого органу роторно-пальцевого типу



Гнуті пальці ротору, які складені з двох відрізків, розташованих під кутом один до одного, спочатку ущільнюють солом'яну масу, а вже потім кидають її у вигляді ущільненої порції, яка долає більшу відстань за рахунок зменшення опору повітря, ніж попередня розпушена порція солом'яної маси. Таким чином, при незмінній частоті обертання валу ротора, солом'яна маса скидається пальцями ротору на різну відстань, чим досягається розширення смуги розкиданої маси і підвищення рівномірності розкидання підстилки по площині стійла (боксу) [15].

Програмою експериментальних досліджень по енергетичній оцінці розкидача солом'яної підстилки з роторно-пальцевим робочим органом з приводом від ВВП трактора передбачено виконання наступних завдань [20]:

- визначити потужність, споживану на привод роторно-пальцевого робочого органа мобільного розкидача солом'яної підстилки;
- визначити питомі енерговитрати процесу розкидання підстилкового матеріалу.

Методика визначення потужності, споживаної на привод роторно-пальцевого робочого органа мобільного розкидача солом'яної підстилки.

Для машин з приводом робочих органів від ВВП трактора потужність (кВт) розраховують за формулою [20]:

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

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) причіпної машини (розкидача солом'яної підстилки з роторно-пальцевим робочим органом) обчислюють за формулою [20]:

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

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.

Вимірювані параметри, прилади та обладнання.

Показники енергетичної оцінки визначають за результатами вимірів, отриманих при випробуваннях. На кожному режимі роботи

сільськогосподарської машини або агрегату повинні бути виконані не менше чотирьох вимірів кожної величини, тривалістю не менше 20 с.

Таблиця 1 – Технічна характеристика мобільного розкидача солом'яної підстилки з роторно-пальцевим робочим органом [2]

Мобільний бункерний розкидач підстилки	
Місткість бункера, м ³	10
Робоча швидкість, км/год.	0,4-3,5
Продуктивність, кг/с	до 2,0
Дальність розкидання підстилки, мм	500-2500
Ширина смуги розкидання підстилки (<i>max</i>), мм	3200
Роторно-пальцевий робочий орган	
Кут згину пальців, град.	30-45
Довжина пальців, мм	165-180
Частота обертання, хв. ⁻¹	116-324

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. 3) [17-19];
- крутний момент на валу відбору потужності трактора – прохідним струмознімальним ртутно-амальгованим пристроєм (ТРАП) (рис. 4) [20];
- частоту обертання валу робочого органа розкидача та валу відбору потужності трактора – тахометром (рис. 5) [20];
- реєстрацію даних – ПЕОМ та програмне забезпечення Oscill (рис. 6) [20].



Рис. 3. Визначення довжини шляху, що пройшов мобільний розкидач солом'яної підстилки та ширини смуги розкидання



Рис. 4. Визначення крутного моменту на валу відбору потужності трактора



Рис. 5. Визначення частоти обертання валу робочого органа розкидача та валу відбору потужності трактора

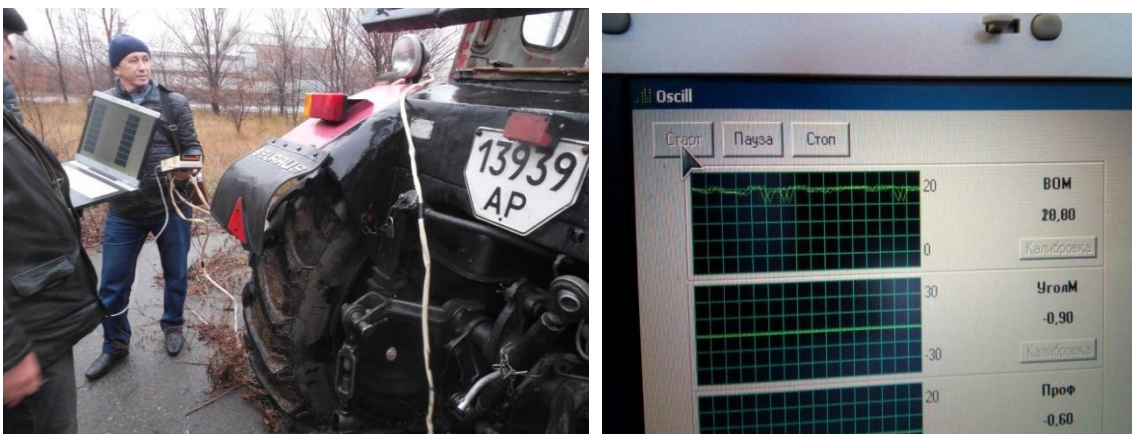


Рис. 6. Реєструюча апаратура, ПЕОМ та програмне забезпечення Oscill

Граничні похибки вимірювань наведені в таблиці 2 [20].

Таблиця 2 – Граничні похибки вимірювань

Найменування показника	Відносна похибка вимірювань
Час вимірювань	$\pm 0,2$ с
Довжина шляху, що пройшла машина	$\pm 1,0\%$
Частота обертання	$\pm 1,0\%$
Крутний момент	$\pm 2,5\%$

Інформація про місце і дату випробувань, умови і режими роботи, марку випробовуваної машини, результати вимірювань реєструються на електронному носії інформації.

Висновки. Запропоновані програма і методика експериментальних досліджень дозволять визначити потужність, споживану на привод робочих органів мобільного розкидача солом'яної підстилки та вплив конструктивно-режимних параметрів роторно-пальцевого робочого органу на енергоємність процесу розкидання підстилкового матеріалу для покриття стійл (боксів) корів.

Список використаних джерел

1. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *TEKA. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18, No 2. P. 23-29.
2. Rogovskii I. Graph-modeling when the response and recovery of agricultural machinery. *MOTROL. Lublin*. 2016. Vol. 18, No 3. 155-164.
3. Boltyansky O. V. Analysis of the main areas of resource conservation in animal husbandry. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. 2016. Vol. 18, No 13. P. 49-54.
4. Boltyanska N., Boltyansky O. 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.
5. Zabolotko O. O. Performance indicators of farm equipment. *Kramar Readings : Proceedings of the IV International Scientific and Technical Conference*. 2017. P. 155-158.
6. Boltyansky O. V. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. *MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*, 2012. Vol. 14, No3. P. 164-175.
6. Rogovskii I. Analytical provision of regular preventive maintenance of agricultural machinery and system implementation. *MOTROL*. 2017. Vol. 19, No 3. P. 185-191.
7. Boltyanskaya N. I. Indicators of an estimation of efficiency of application of resources but Gauci technologies in animal husbandry.



Bulletin of Sumy national agrarian University. A series of "Mechanization and automation of production processes". Amount. 2016. Vol. 10/3 (31). P. 118-121.

8. Rogovskii I. Choice of model class and method of modeling the resilience of agricultural machinery. ТЕКА. Lublin–Rzeszów. 2017. Vol. 17, No 3. P.101-114.

9. Boltianska N. Justification of Choice of Heating System for Pigsty. ТЕКА. *An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. Vol. 18, No 1. P. 57–62.

10. Скляр Р. В. *Машины, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти*. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.

11. Парієв А. О., Дробишев О. О., Коротченко Т. М. Експериментальний зразок розкидача солом'яної підстилки. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. Кіровоград, 2015. Вип. 45, ч. 1. С. 223-227.

12. Болтянська Н. І., Комар А. С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: тези міжн. наук.-пр. форуму (21-22 червня 2019 р.)*. Мелітополь, 2019. Ч. 1. С. 36–39.

13. Болтянська Н. І. Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь. 2016. Вип. 16, т. 2. С. 153-159.

14. Болтянская Н. І. Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. 2016. Vol.18, No.13. P.49-54.

15. Шевченко И. А., Париев А. А., Коротченко Т. Н., Луц С. М. Обоснование конструктивно-технологической схемы разбрасывателя подстилки с роторно-пальцевым органом. *Механизация, экологизация и конвертация биоресурсов в животноводстве*. Запорожье, 2012. Вып. 2(10). С. 58-62.

16. Париев А. А., Воронин Л. С., Коротченко Т. Н. Технологическое обоснование использования кормораздатчика-смесителя для измельчения соломы на подстилку для крупного рогатого скота. *Механизация, экологизация и конвертация биоресурсов в животноводстве*. Запорожье, 2012. Вып. 2(10). С. 160-164.

17. Парієв А. О., Дробишев О. О., Коротченко Т. М., Болтянський Б. В. Апробація розкидача підстилки з роторно-пальцевим робочим органом у виробничих умовах. *Науковий вісник*



Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2018. Вип. 8, т. 2. С. 74-81.

18. Париєв А., Болтянский Б., Дробышев О., Коротченко Т. Экспериментальные исследования разбрасывателя подстилки с роторно-пальцевым рабочим органом. *Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol.18, No 1. P. 37-42.

19. Дереза О. О., Болтянский Б. В., Дереза С. В. Обґрунтування експлуатаційно-технологічних параметрів кормороздавального агрегату. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2016. Вип.6, т. 3. С. 65-72.

20. Науково обґрунтувати технологічні процеси і технічні засоби формування комбінованої підстилки для покриття стійл корів з урахуванням їх фізіологічних особливостей: Звіт за науково-дослідною тематикою 04.02.00.02П. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. 21 с.

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОЗКИДАЧА ПІДСТИЛКИ

Болтянский Б. В., Дереза С. В.

Анотація

В статті наведено програму і методику експериментальних досліджень технологічного процесу розкидання підстилкового матеріалу на базі запропонованого мобільного агрегату з роторно-пальцевим робочим органом для покриття стійл (боксів) корів. Програмою експериментальних досліджень по енергетичній оцінці розкидача солом'яної підстилки з роторно-пальцевим робочим органом з приводом від ВВП трактора передбачено виконання наступних завдань: визначити потужність, споживану на привод робочого органа мобільного розкидача; визначити питомі енерговитрати процесу розкидання підстилкового матеріалу. Запропоновані аналітичні залежності для визначення споживаної потужності та питомих енерговитрат. Також наведені вимірювані параметри, прилади та обладнання для проведення експериментальних досліджень. Запропоновані програма і методику експериментальних досліджень дозволять визначити потужність, споживану на привод робочих органів мобільного розкидача та вплив конструктивно-режимних параметрів роторно-пальцевого робочого органу на енергоємність процесу розкидання підстилкового матеріалу.

Ключові слова – програма і методику експериментальних досліджень, розкидач солом'яної підстилки, роторно-пальцевий робочий орган, споживана потужність, питомі енерговитрати.

ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ ПОДСТИЛКИ

Болтянский Б. В., Дереза С. В.

Аннотация

В статье представлены программа и методика экспериментальных исследований технологического процесса разбрасывания подстилочного



материала на базе предложенного мобильного агрегата с роторно-пальцевым рабочим органом для покрытия стойл (боксов) коров. Программой экспериментальных исследований по энергетической оценке разбрасывателя подстилки с роторно-пальцевым рабочим органом с приводом от ВОМ трактора предусмотрено выполнение следующих задач: определить мощность, потребляемую на привод рабочего органа мобильного разбрасывателя; определить удельные энергозатраты процесса разбрасывания подстилочного материала. Предложены аналитические зависимости для определения потребляемой мощности и удельных энергозатрат. Также приведены измеряемые параметры, приборы и оборудование для проведения экспериментальных исследований. Предложенные программа и методика экспериментальных исследований позволят определить мощность, потребляемую на привод рабочих органов разбрасывателя и влияние конструктивно-режимных параметров роторно-пальцевого рабочего органа на энергоемкость процесса разбрасывания подстилочного материала.

Ключевые слова – программа и методика экспериментальных исследований, разбрасыватель соломенной подстилки, роторно-пальцевый рабочий орган, потребляемая мощность, удельные энергозатраты.

PROGRAM AND EXPERIMENTAL RESEARCH METHODOLOGY FOR THE DETERMINATION OF ENERGY INDICATORS OF LITTER SPREADER

B. Boltianskyi, S. Dereza

Summary

The article presents the program and methodology for experimental studies of the technological process of spreading bedding material on the basis of the proposed mobile unit with a rotary-finger working body for covering stalls (boxes) of cows. Theoretical studies were carried out by analyzing the structural-kinematic parameters obtained from the mathematical model of the device for spreading litter material. The results of theoretical studies were processed using a personal computer and the MathCad and Statistica software packages. The program of experimental studies on the energy assessment of a straw litter spreader with a rotary-finger working body driven by a tractor PTO provides the following tasks: determine the power consumed by the rotary-finger working body drive of a mobile straw bed spreader; determine the specific energy consumption of the process of spreading bedding material. Analytical dependences are proposed for determining power consumption and specific energy consumption. Measured parameters, instruments and equipment for experimental research are also given. The proposed program and experimental research methodology will determine the power consumed to drive the working bodies of a mobile straw spreader and the influence of the structural-operational parameters of the rotor-finger working body on the energy consumption of the process of spreading bedding material for covering stalls (boxes) of cows. Experimental studies are planned to be carried out using strain gauge equipment. The experimental data should be processed on a computer using the basics of mathematical statistics and Oscill and Exel software. The purpose of the research is to increase labor productivity, reduce energy costs and improve the quality of the specified technological process.

Key words – program and methodology of experimental research, straw litter spreader, rotary-finger working body, power consumption, specific energy consumption.