

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ ПОДСТИЛКИ С РОТОРНО-ПАЛЬЦЕВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

*Андрей Париев<sup>1</sup>, Борис Болтянский<sup>2</sup>, Олег Дробышев<sup>1</sup>, Татьяна Коротченко<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Запорожский научно-исследовательский центр механизации животноводства*

*Ул. Энтузиастов, 14, Запорожье, Украина. E-mail: imtuaan@ukr.net*

<sup>2</sup>*Таврический государственный агротехнологический университет*

*Пр. Б. Хмельницкого, 18, Мелитополь, Украина. E-mail: b\_bolt@mail.ru*

*Andrew Paryev<sup>1</sup>, Boris Boltianskyi<sup>2</sup>, Oleg Drobyshev<sup>1</sup>, Tatyana Korotchenko<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Zaporozhe research center on mechanization of livestock*

*St. Enthusiasts, 14, Zaporozhe, Ukraine. E-mail: imtuaan@ukr.net*

<sup>2</sup>*Tavria State Agrotechnological University*

*B. Khmelniisky Avenue, 18, Melitopol, Ukraine. E-mail: b\_bolt@mail.ru*

**Аннотация.** В настоящее время беспривязно-боксовая система содержания молочного скота считается наиболее перспективной технологией в производстве молока [1]. Все больше украинских хозяйств, учитывая природно-физиологические потребности коров, переходят на беспривязную систему содержания коров в боксах. Комфортно оборудованный бокс позволяет животному часто (16-18 раз в сутки) вставать для потребления корма и воды, что очень важно для достижения максимальной продуктивности [2-3]. Таким образом, оптимально сформированный бокс с подстилкой для лежания в коровнике является решающей составной частью комфорта коровы.

Солома считается одним из лучших покрытий для боксов крупного рогатого скота, экологически безопасной для животных [4]. Солома способна поглощать вредные газы, которые присутствуют в коровнике (аммиак, сероводород), имеет теплоизоляционные свойства – уменьшать расходы тепла КРС на 12-14%. Но, как показывает практика, существующее оборудование для разбрасывания соломенной подстилки, имеет существенный технологический недостаток, что ограничивает его использование [5-12].

Для механизации процесса внесения подстилки в ЗНИЦМЖ (г. Запорожье) разработан разбрасыватель, который предназначен для раздачи соломенной подстилки при беспривязно-боксовом содержании крупного рогатого скота. Экспериментальный образец разбрасывателя для внесения соломенной подстилки с роторно-пальцевым органом изготовлен с комплектом (комбинацией) рабочих органов [18-19].

В статье приведены результаты экспериментальных исследований и производственных испытаний разбрасывателя подстилки с роторно-пальцевым органом в СПК «Россия» Великобелозерского района Запорожской области. Экспериментальный образец разбрасывателя подстилки соответствует зоотехническим требованиям, обеспечивает локальную и дозированную подачу (0,5 кг/гол.) соломенной подстилки в боксы.

**Ключевые слова:** беспривязно-боксовое содержание, соломенная подстилка, разбрасыватель, рабочий орган, испытания.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

От создания надлежащих условий отдыха коров зависит 20-25% их продуктивности. В технологии беспривязно-боксового содержания коров высокопродуктивному молочному скоту нужно отдыхать в боксах – 12-14 часов в сутки [13]. Основным для отдыха скота является комфорт боксов, уровень которого определяется процентом занятых стойл (боксов) в коровниках. Но практика отечественных хозяйств с беспривязно-боксовой технологией, в т.ч. и наши этологические наблюдения на современных крупнотоварных молочных фермах юга Украины доказывают, что уровень комфорта боксов для молочного скота довольно низкий, а процент боксов, занятых скотом составляет лишь 36-45% (норма 80-85%) [14].

Низкий уровень комфортности боксов на отечественных фермах обусловлен, в первую очередь, отсутствием технических средств для внесения подстилки, которые соответствуют зоотехническим и технологическим требованиям по автоматизации этого процесса. На практике внесения подстилки в боксы происходит вручную без всякого соблюдения названных требований [15].

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ современного технологического оборудования для разбрасывания соломенной подстилки (преимущественно выдуватели вентиляторного типа) [16] позволяет сделать выводы о несоответствии указанного оборудования зоотехническим и технологическим требованиям: отсутствие локального, дозированного, распределенного внесения подстилки, большая запыленность при раздаче соломы (30 мг/м<sup>3</sup>). Низкая маневренность, большие габариты и энергоемкость процесса раздачи подстилки ограничивают их использование в реконструированных коровниках с беспривязно-боксовым содержанием молочного скота.

Так же, как показывают последние технологические исследования физико-механических свойств соломенной подстилки в боксах для содержания молочного скота, существенные изменения подстилки происходят в первой 1/3 расстояния от входа в бокс: изменение влажности подстилки, теплоотдача, фракционный состав подстилки [17]. В связи с этим, необходима разработка такого оборудования, которое бы вносило основную массу подстилки (2/3) – в первую 1/3 бокса, то есть 60-70 см от входа в бокс.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Разработать перспективный мобильный разбрасыватель подстилки с роторно-пальцевым рабочим органом на базе однооперационного кормораздатчика типа КТУ-10, который соответствует зоотехническим и технологическим требованиям по внесению соломенной подстилки в боксы.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для механизации процесса внесения подстилки в ЗНИЦМЖ разработан разбрасыватель соломенной подстилки при беспривязном содержании КРС в боксах [18]. Базой для разбрасывателя подстилки выбран одноосный узкогабаритный кормораздатчик, который является аналогом однооперационного кормораздатчика типа КТУ и предназначен для раздачи измельченной (6-15см) соломенной подстилки в боксы, с максимальным их покрытием по плоскости 1,95x1,3м. Общий вид раздатчика подстилки показан на рис.1.



**Рис. 1.** Общий вид разбрасывателя соломенной подстилки.

**Fig. 1.** General view of the spreader straw.

Разбрасыватель подстилки агрегируется с трактором класса 0,9 с помощью сцепки и имеет привод от карданного вала ВОМ трактора

Техническая характеристика разбрасывателя соломенной подстилки представлена в табл. 1.

Узкогабаритный кормораздатчик состоит из накопительного бункера вместимостью 3,5 м<sup>3</sup>, продольного донного транспортера, выравнивающих битеров, поперечного выгрузного транспортера (ленточного типа).

Рабочим органом для внесения подстилки является ротор с четырьмя рядами пальцев (рис.2), выполненный в двух вариантах.

**Таблица 1.** Техническая характеристика разбрасывателя соломенной подстилки

**Table 1.** Technical data litter spreader

Производительность, т/ч	0,5-2
Вместимость бункера, м <sup>3</sup>	3,5 (4,15)
Грузоподъемность, кг	1000
Габаритные размеры, мм	4200x1300x2100
Масса разбрасывателя, кг	850
Рабочая скорость, км/ч	0,4-3,5
Дальность разбрасывания, мм	500-2500
Ширина полосы разбрасывания, м	3,2

В первом варианте – с прямыми пальцами (рис. 2 а), во втором варианте – с пальцами, часть, из которых выполнено согнутыми под углом 30° (45°), рис. 2 б.



а)



б)

**Рис. 2.** Общий вид рабочего органа роторно-пальцевого типа.

**Fig. 2.** General view of the working body of the rotary-type finger.

Роторно-пальцевый орган раздатчика установлен в выгрузном окне (340x420 мм) узкогабаритного раздатчика над поперечным ленточным транспортером таким образом, что выгружаемая масса выбрасывается из транспортера роторным органом перпендикулярно направлению движения разбрасывателя [19].

Конструктивное отличие ротора заключается в установленных в несколько рядов пальцев различной конфигурации, пальцы одного ряда выполнены прямыми и установлены радиально относительно вала ротора, а второго ряда – состоящие из двух отрезков, расположенных под углом друг к другу. С поперечного транспортера ротор прямыми пальцами одного ряда срезает соломенную массу, в том числе увлажненную и бросает ее в разрыхленном виде на пол бокса. Гнутые пальцы ротора, составленные из

двух отрезков, расположенных под углом друг к другу, сначала уплотняют соломенную массу, а потом бросают ее в виде уплотненной порции, которая преодолевает большее расстояние за счет уменьшения сопротивления воздуха, чем предыдущая распущена порция соломенной массы. Таким образом, при неизменной частоте вращения вала ротора, соломенная масса сбрасывается пальцами ротора на разное расстояние, чем достигается расширение полосы разбросанной массы и повышения равномерности разбрасывания подстилки по плоскости бокса [20].

Экспериментальные исследования были проведены на специально подготовленной площадке с твердым покрытием и с нанесенной мерной сеткой (рис. 3).



**Рис. 3.** Площадка для проведения испытаний.  
**Fig. 3.** Playground for testing.

Была проведена подготовка материала для подстилки, выполнены необходимые измерения (взвешивание, замеры влажности, фракционный состав).

Средняя масса тюка – 13 кг, влажностью – 33%. Средняя масса пробы для определения фракционного состава – 150 г. Фракционный состав соломы: длина частиц 28-18см – 7%; 18-10см – 7,4%; 10-6см – 12,6%; 6-2см – 22% и мелкая фракция составила – 51%.

Экспериментальные исследования разбрасывателя подстилки проводились при оборотах двигателя 1850 об./мин., оборотах ВОМ 460 об./мин., скорость трактора до 3,5 км/ч.

Экспериментальными исследованиями устанавливались: массовая производительность разбрасывателя, распределение подстилки в боксе (длина и ширина полосы разбрасывания), равномерность внесенной подстилки.

Примеры полос разбрасывания подстилки, в зависимости от частоты вращения ротора и его конструктивных особенностях (пальцев) приведены на рис. 4.



а)



б)

**Рис. 4.** Разбрасыватель подстилки в работе и полосы разбрасывания подстилки.

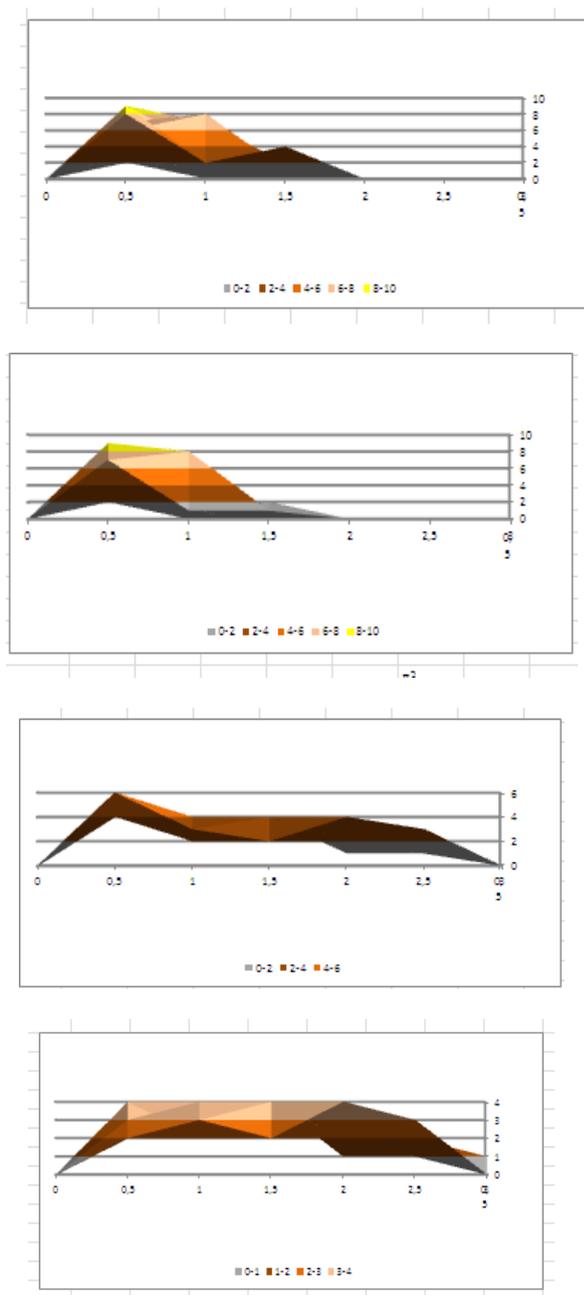
**Fig. 4.** Spreader litter in the litter, and the band spreading.

Были проведены замеры полосы разбрасывания подстилки по ширине и высоте (рис. 5)



**Рис. 5.** Замеры полосы разбрасывания.  
**Fig. 5.** Measurements of band spreading.

В результате исследований были определены контур поперечного профиля полосы разбрасывателя соломенной подстилки по ширине (рис. 6).



**Рис. 6.** Контур поперечного профиля по ширине соломы.

**Fig. 6.** The contour of the transverse profile on the width of the straw.

Максимальная высота профиля полосы соломы составляет 4-10 см. Длина профиля (по ширине полосы) – 1,9-3,0 м. Распределение основной массы по профилю в первой 1/3 от входа бокс от начала разбрасывания.

Определены математические модели полета частиц соломенной подстилки в зависимости от частоты вращения ротора разбрасывателя:

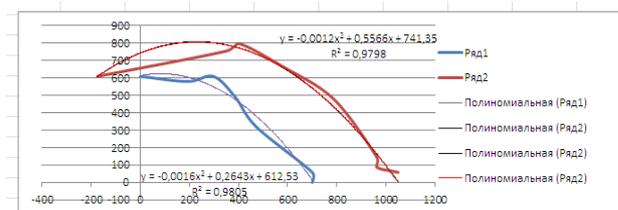
$$\begin{aligned} B &= -0,0012x^2 + 0,5566x + 741,35 \\ B &= -0,0016x^2 + 0,2643x + 612,53. \end{aligned} \quad (1)$$

Определены траектории полета пучка соломы (рис. 7).

Исходные данные:

– высота начала траектории полета частиц соломенной подстилки – 600 мм;

– дальность полета – 700-1050 мм.



**Рис. 7.** Траектория полета частиц соломенной подстилки.

**Fig. 7.** The flight path of the particles litter.

Роторно-пальцевый рабочий орган в ходе исследований также обеспечивал стабильную подачу соломы с повышенным содержанием влаги (более 16%).

Также были проведены производственные испытания разбрасывателя подстилки в СПК «Россия» Великобелозерского района Запорожской области. В СПК «Россия» имеется 2000 голов КРС, в том числе 500 голов дойного стада. Испытания проводились в трехрядном коровнике на 168 голов КРС.



Погрузка тюков соломы в разбрасыватель



Транспортировка соломы к коровнику



Раздача соломы в боксы

В результате производственных испытаний было установлено массовую производительность раздачи подстилки – 0,5-3,7 т/ч. Разбрасыватель подстилки показал стабильную работу рабочего органа

с увлажненной соломой, а также обеспечивает локальную и дозированную подачу (0,5 кг/гол.) соломенной подстилки в боксы, что соответствует зоотехническим требованиям.

#### ВЫВОДЫ

1. Анализ существующего оборудования для раздачи соломенной подстилки показал, что оно имеет существенный технологический недостаток: неустойчивую и ненадежную работу вентиляторных рабочих органов, а также отсутствие дозированного внесения подстилки. В связи с этим, целесообразна разработка перспективного раздатчика, без образования воздушного потока для разбрасывания подстилки, с дозированным внесением подстилки в боксы.

2. Экспериментальный образец разбрасывателя подстилки с роторно-пальцевым органом позволит создать оборудование, которое соответствует зоотехническим и технологическим требованиям, и является энергосберегающим оборудованием.

3. В результате экспериментальных исследований установлено массовую производительность разбрасывателя подстилки – 0,5-3,7 т/ч.

4. Экспериментальный образец разбрасывателя подстилки соответствует зоотехническим требованиям, обеспечивает локальную и дозированную подачу (0,5 кг/гол.) соломенной подстилки в боксы.

5. Рабочий орган разбрасывателя обеспечивает его стабильную работу с увлажненной соломой (более 16%).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Тришин О., Микитюк Д., Билоус Д., Геймор М. 2005.** Энергосберегающая технология производства молока. Пропозиция №8. 114-117. (Украина).
2. **Козий В., Бабенюк С. 2009.** Побеспокоимся о корове – и она побеспокоится о нас. Пропозиция. № 12. 124-126. (Украина).
3. **Тригуба А. 2014.** Обоснование сценариев реализации технологически интегрированных программ развития молочного скотоводства. MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture – Vol.16. No.4. 181-188.
4. **Музыка А.А. 2002.** Мягче стелешь – больше молока получаешь. Животноводство России. № 6. 16-17.
5. **Боярчук В., Чучман В. 2014.** Исследование и обоснование теоретической модели процесса брикетирования соломы в пеллеты. MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture – Vol.16. No. 4. 3-8.
6. **Тищенко М.А. Сергеев М.Ф. 1982.** Разбрасыватели подстилки на фермах крупного рогатого скота. Техника в сельском хозяйстве. №10. 12-15.
7. **Шаршунов В. 1989.** Распределение подстилки в животноводческом помещении. Механизация и электрификация сельского хозяйства. №5. 24-26.
8. Машина для разбрасывания подстилки и раздачи кормов. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ВНИПТИОУ. 1989.1-6.
9. Мобильный прицепной раздатчик кормов и подстилки L-440, «Land technik».1985. №2. 1-2.
10. **Сухоруков В.В., Горбулина Н.А., Коломоец И.И. 1981.** Результаты исследований выбора рабочего органа разбрасывателя подстилки. Научно-технический бюллетень по механизации и электрификации с.х-ва. Запорожье. – Коммунар. Вып. 16. 28-32.
11. **Сухоруков В.В., Матусевич В.Е. 1985.** Устройство для разбрасывания подстилки. Авт.сво №1156755. 1-4.
12. **Сухоруков В.В., Смолин А.А. 1985.** Универсальный разбрасыватель подстилки. Тракторы и с.х. машины. №12. 12-14.
13. **Музыка А.А. 2007.** Обоснование норм внесения подстилки. Эффективное животноводство. №5. 50-51.
14. **Париев А.А., Дробишев О.О., Коротченко Т.М., Луц С.М., 2012.** Исследования существующей технологии внесения подстилки в действующих хозяйствах. Механизация, экологизация и конвертация биоресурсов в животноводстве: сб. научных трудов / Ин-т мех. животноводства НААН. ISSN2075-1591: сб. научных трудов. – Запорожье, Вып. 2(10). 165-169. (Украина).
15. **Луц С.М. 2012.** Зоотехнические аспекты внесения подстилки на фермах крупного рогатого скота. Вестник Харьковского национального технического университета сельского хозяйства имени Петра Василенко. Вып. 120. 162-166. (Украина).
16. **Париев А., Луц С. 2011.** Анализ и классификация разбрасывателей соломенной подстилки для крупного рогатого скота. Механизация, экологизация и конвертация биоресурсов в животноводстве: сб. научных трудов / Ин-т мех. животноводства НААН. ISSN2075-1591. - Запорожье. Вып. 1(7). 260-264. (Украина).
17. Ведомственные нормы технологического проектирования. Животноводческие предприятия. (комплексы, фермы, малые фермы) 2005. ВНТП – АПК – 01.05. – Киев, 64. (Украина).
18. **Луц С., Шевченко И., Париев А. 2012.** Пат. 73327 Украина, МПК (2006.01) A01K1/015. Устройство для разбрасывания подстилки; заявитель и собственник патента Ин-т мех. животноводства НААН. – № u 2012 00793; заявл. 26.01.2012; опублик. 25.09.2012, Бюл. №18. (Украина).
19. **Шевченко И.А. Париев А.А., Коротченко Т.Н., Луц С.М. 2012.** Обоснование конструктивно-технологической схемы разбрасывателя подстилки с роторно-пальцевым органом. Механизация, экологизация и конвертация биоресурсов в животноводстве: сб. научных трудов / Ин-т мех. животноводства НААН. ISSN2075-1591: сб.научных трудов. – Запорожье, Вып. 2(10). 58-62. (Украина).

20. **Париев А.А., Воронин Л.С., Коротченко Т.Н. 2012.** Технологическое обоснование использования кормораздатчика-смесителя для измельчения соломы на подстилку для крупного рогатого скота. Механизация, экологизация и конвертация биоресурсов в животноводстве: сб. научных трудов / Ин-т мех. животноводства НААН. ISSN2075-1591: сб. научных трудов. - Запорожье, Вып. 2(10).160-164. (Украина).

#### EXPERIMENTAL STUDIES OF THE STRAW-THROWER WITH A ROTARY WORKING BODY

**Summary.** Currently, the box-stall system for dairy cattle is considered to be the most promising technology in milk production. More and more Ukrainian economy, given the natural physiological needs of cows, switching to loose housing system of keeping cows in the pits. Comfortably equipped box allows the animal often (16-18 times a day) to get up to feed and water consumption, which is very important to achieve maximum productivity. Optimally shaped box with straw for lying in the barn is, therefore, crucial part of the cow comfort.

At the present time, straw is considered one of the best covers of boxes for cattle, environmentally friendly animal. Straw can absorb harmful gases, which are present in the barn (ammonia, hydrogen sulfide) has a heat-insulating properties - to reduce heat consumption by 12-14% of cattle. But, in practice, modern equipment for spreading litter has a significant technological disadvantage that limits its use.

For the mechanization of the process of making straw spreader ZNITSMZH developed, which is intended for distribution in the straw cubicles Loose-content cattle. The experimental sample spinner for making straw with rotary-finger body is made with a set (combination) of the workers.

The results of experimental studies and testing of spreader with rotary-finger body in the SEC "Russia" Velikobelozerskogo district of Zaporozhye region. The experimental sample spreader corresponds zootechnical requirements, provides local and dosing (0,5 kg/head.) Straw into the pits.

**Key words:** loose-boxed content, straw, rotary working body, experimental studies.