

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.14:636.001.12(470.318)

DOI: 10.26897/2687-1149-2021-3-56-62

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСКА В КАЧЕСТВЕ ПОДСТИЛКИ В БОКСАХ ПРИ БЕСПРИВЯЗНОМ СОДЕРЖАНИИ КРС НА ПРИМЕРЕ ЖК «УЛАНОВО»**КАЗАНЦЕВ СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ**, д-р техн. наук, профессор

kspts@bk.ru

СОЛОВЬЕВ МИХАИЛ ИВАНОВИЧ✉, канд. пед. наук

rsolrmihail@yandex.ru✉

МЕЛЬНИКОВ ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ, ст. преподавательommelnikov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3202-8799>

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Аннотация. Рассмотрен опыт использования песка в качестве подстилки на животноводческом комплексе «Уланово» Медынского района Калужской области на 2800 голов. Организация уборки навоза из проходов, поддержание достаточного уровня песка в лежке, его выравненность требуют комплексного подхода механизации этого процесса в соответствии с требованиями создания комфорта в боксах. Проведён анализ эффективности применяемых машин и оборудования по данному направлению в животноводческом комплексе. Установлено, что более надёжной и эффективной при уборке навоза с проходов оказалась самоходная машина Mensch V4500 по сравнению с прицепной цистерной Fligl модели VFW 18000. Средняя суточная наработка составила 17,1 моточаса, что является оптимальным для фермы на 2800 голов. Механизированная подсыпка песка предпочтительна прицепным пескоразбрасывателем W3385, нежели самоходной моделью Mensch M3620, хотя она более манёвренна, удобна в эксплуатации и высокопроизводительна. Но применение самоходной модели с суточной загрузкой 5,4 моточаса является неэффективным при данном поголовье. Технология использования песка в качестве подстилки в ЖК «Уланово» показала свою эффективность в связи с повышением продуктивности животных, снижением заболеванием маститом, уменьшением выбытия животных по причине заболеваний конечностей. Несмотря на указанные преимущества данная технология не нашла широкого применения в России в связи с высокой стоимостью импортных машин и отсутствием отечественных аналогов, обеспечивающих уборку навоза и внесение песка в боксы.

Ключевые слова: беспривязное содержание КРС, животноводческий комплекс, уборка навоза, подстилка песка в боксах, тип подстилки в боксах, эффективность машин для уборки навоза.

Формат цитирования: Казанцев С.П., Соловьев М.И., Мельников О.М. Применение песка в качестве подстилки в боксах при беспривязном содержании КРС на примере ЖК «Уланово» // Агроинженерия. 2021. № 3 (103). С. 56-62. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-3-56-62.

© Казанцев С.П., Соловьев М.И., Мельников О.М., 2021



ORIGINAL PAPER

APPLICATION OF SAND AS BEDDING IN BOXES WITH AN LOOSE CATTLE KEEPING AS EXEMPLIFIED BY “ULANOVO” FARM**SERGEY P. KAZANTSEV**, DSc (Eng), Professor

kspts@bk.ru

MIKHAIL I. SOLOVIEV✉, PhD (Ped)

rsolrmihail@yandex.ru✉

OLEG M. MELNIKOV, Senior Lecturerommelnikov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3202-8799>

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49

Abstract. The paper describes the experience of using sand as a bedding material gained by the Ulanovo cattle-breeding farm for 2800 heads located in the Medyn district of the Kaluga region. Removing manure from the passage, maintaining a sufficient level and evenness of sand in the bed require an integrated approach to mechanization of this process in accordance with the requirements for creating comfortable conditions in the boxes. The authors have analyzed the efficiency of the machines

and equipment used in the livestock farm. It was found that the Mensch V4500 self-propelled machine was more reliable and efficient when removing manure from the aisles as compared to the Fligl trailed tanker of the VFW 18 000 model. The average daily operating time was 17.1 hours, which is optimal for a farm with 2,800 heads. Mechanized sand bedding shall be preferably made by the trailed W3385 gritter than the self-propelled Mensch M3620 model, although it is more maneuverable, easy to operate and highly productive. But the use of a self-propelled model with a daily load of 5.4 hours is ineffective for a given livestock population. The technology of using sand as bedding in the Ulanovo farm has shown its effectiveness associated with an increase in the productivity of animals, a decrease in mastitis cases, and a decreased disposal rate of animals due to limb diseases. Despite these advantages, this technology has not found wide application in Russia due to the high cost of imported machines and the lack of domestic analogues that provide manure removal and sand introduction into the boxes.

Key words: free-stall cattle keeping, livestock farms, manure cleaning, sand bedding in boxes, type of bedding in boxes, operating efficiency of manure cleaning machines.

For citation: Kazantsev S.P., Soloviev M.I., Melnikov O.M. Application of sand as bedding in boxes with an loose cattle keeping as exemplified by “Ulanovo” farm. *Agricultural Engineering*, 2021; 3 (103): 56-62 (In Rus.). DOI: 10.26897/2687-1149-2021-3-56-62.

Введение. Производители товарного молока активно улучшают и совершенствуют условия содержания КРС с целью получения высоких производственных показателей на основе учета индивидуальных особенностей и сохранности животных, технологичности процессов кормления, поения, доения, уборки навоза, а также снижения уровня стресса и травматизма, увеличения конверсии кормов, упрощения зоотехнического и ветеринарного обслуживания [1, 2].

Задача беспривязного содержания животных в коровниках заключается в создании максимального уровня комфорта и общего состояния здоровья животных, а именно: свободного доступа к кормам, возможности полноценного и удобного отдыха коров в специализированных боксах [3, 4].

По информации крупнейшего поставщика доильного оборудования Delaval¹, корова до 14 ч в сутки находится в положении лёжа, причем здоровая лактирующая корова до 14...16 раз ложится и встает из бокса. В этой связи удобства, связанные с переходом коровы из положения «Стоя» в положение «Лёжа», в бокс и обратно, само пребывание в боксе должны максимально соответствовать её физиологическим особенностям. Недостаток отдыха коровы в течение суток приводит к уменьшению потребления корма и, как следствие, – к снижению удоя.

Результаты сравнения различных типов подстилки боксов для отдыха животных, полученные по итогам многочисленных исследований зарубежных специалистов (бетон, резиновые коврики, матрасы двух типов, водяной матрас, песок), показали, что наибольшее «предпочтение» коровы отдают боксам с песком и водяным матрасам [5-7]. При использовании песка снижается травмирование скакательных суставов, он способствует снижению нагрузки на суставы, животные становятся чище, бактериальная обсемененность молока не превышает 50 тыс. в 1 см³ [8, 9].

Практика использования песка в качестве подстилки на крупных животноводческих комплексах (ЖК) показала свою эффективность, поскольку повышается продуктивность животных, снижается уровень заболевания маститом, значительно уменьшается выбытие животных

по причинам заболеваний конечностей (травмы, бурситы, артриты и др.) [9]. Опыт применения песка апробирован в различных климатических зонах: в Новосибирской области в животноводческих комплексах Пеньково на 5000 гол., Борково (2500 гол.), Огнева Заимка (3550 гол.), Елбань (6000 гол.); в Калужской области в ЖК Уланово (2800 гол.), Гусево (3550 гол.), Аристово (2800 гол.), Бушовке (2800 гол.), Сугоново (2800 гол.), Богданино (2800 гол.).

Организация уборки навоза из проходов, поддержание достаточного уровня песка в лежаке, его выравнивание требуют комплексного подхода механизации этого процесса в соответствии с требованиями по созданию комфорта в боксах. Решение об использовании песка в боксах должно быть тщательно продумано в отношении механизации уборки, транспортировки, хранения и дальнейшего внесения в почву продуктов жизнедеятельности КРС. При закрытых системах транспортировки навоза типа «Флеш-флюм» часть песка из лежачков выносятся животными в навозные проходы и смешивается с навозом и мочой. При транспортировке он осаживается в каналах и накопителях, и в итоге система становится нерабочей. Промывка и чистка системы – процесс трудоемкий и затратный. В этой связи одним из условий применения песка является обеспечение его открытой транспортировки.

Цель исследований: анализ опыта использования машин и оборудования механизации уборки навоза в коровниках, содержащих песчаную подстилку, её засыпку и рыхление; тестирование машин для определения их фактических показателей производительности; разработка параметров выбора требуемых машин и оборудования для ЖК с различным поголовьем.

Материалы и методы. Осуществлен анализ каталогов выпускаемых машин и оборудования для уборки навоза и засыпки песка в коровниках, содержащих песчаную подстилку. Проведены испытания отдельных прицепных и самоходных моделей Mensch на базе ЖК «Уланово» Медынского района Калужской области. Используются данные работы системы спутникового GPS/Глонасс мониторинга – хронометраж.

Результаты и обсуждение. Традиционно механизированная уборка навоза из мест содержания и технологических проходов животных на животноводческих комплексах (ЖК) с беспривязным содержанием выполняется

¹ Комфорт коров. URL: <https://fermer.ru/files/v2/blog/212757/komfortkorovdelaval.pdf> (дата обращения: 11.04.2021).

стационарными (дельта-скреперами) или мобильными средствами (погрузчик или трактор, оборудованный скрепером) [10, 11]. Уборка навоза включает в себя несколько операций: очистка и перемещение в места скопления для его дальнейшей транспортировки; транспортировка из промежуточных мест хранения в места переработки и обеззараживания с целью получения из навоза органического удобрения. В доильных залах, накопителях и других труднодоступных местах используют гидросмыв [12].

Весьма важно на стадии проектирования ЖК принимать во внимание климатические особенности региона. В случаях, когда при низких температурах происходит примерзание навоза к бетонным покрытиям, не работают дельта-скрепера, и их приходится демонтировать, а очистку навоза осуществлять агрессивно ковшом тяжелого погрузчика: JCB560, JCB426 и им подобным.

В ЖК «Уланово» Медынского района Калужской области с поголовьем 2800 гол., использующего технологию применения песка в боксах в качестве подстилки, проведены испытания отдельных прицепных и самоходных моделей по уборке навоза и пополнению песка.

Технология применения песка в боксах в качестве подстилки имеет ограничения. При температурах ниже 10...12°C в коровниках песок на лежаках, как и навоз в проходах, начинает промерзать. В этих случаях в лежки рекомендуется подсыпать измельченную солому.

Мобильные машины по уборке, погрузке и транспортировке навоза из коровников производятся компанией Mench и представлены тремя моделями, различающимися ёмкостью бака для сбора и транспортировки жидкого навоза, мощностью двигателя, трансмиссией, характеристиками гидравлической системы² (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика самоходных вакуумных уборщиков навоза Mench и прицепного Fligl

Table 1

Comparative characteristics of vacuum manure cleaners – the self-propelled Mench model and trailed Fligl model

Модель <i>Model</i>	Ёмкость бака, л <i>Tank capacity, l</i>	Ширина скрепера, мм <i>Scraper width, mm</i>	Колесная база, мм <i>Wheelbase, mm</i>	Габаритные размеры <i>Dimensions</i>			Собственный вес, кг <i>Own weight, kg</i>	Количество обслуживаемых животных за 1 цикл <i>Number of serviced animals for 1 cycle</i>
				длина, мм <i>length, mm</i>	ширина, мм <i>width, mm</i>	высота, мм <i>height, mm</i>		
V2510*	10000	2590...4200	2420	6100	2450	3100	9897	286
V3410*	13650	2590...4200	3500	7010	2450	3100	10500	390
V4500*	19550	2590...4200	4010	7600	2470	3400	11711	559
VFW 18 000**	18000	2500...4000	1540	6850	2450	3480	5850	514

*Самоходный / *Self-propelled.*
**Прицепной / *Trailed.*

Объектом тестирования являлась самая производительная модель Mench V4500 (рис. 1). За 18 мес. эксплуатации данная модель показала себя как надежная, маневренная, эргономичная и производительная машина. Рабочий цикл машины (всасывание с движением по проходам, транспортировка к местам обеззараживания, разгрузка и возвращение во двор) составляет 16-18 мин, что достигается благодаря мощному всасывающему вакууму, бесступенчатому гидростатическому приводу трансмиссии (2 диапазона скоростей до 16 км/ч и 32 км/ч), быстрой разгрузке продолжительностью 1,5-2 мин (запатентованная система разгрузки включает в себя герметичную сливную задвижку большого поперечного сечения, высокопроизводительные шнеки внутри ёмкости, формирующие мощный поток навоза при разгрузке).

Регулируемый по ширине скрепер достаточно плотно прилегает к бортикам за счет подпружиненных сочленений. Благодаря копирующей конструкции он адаптируется к различной ширине навозных проходов (от 2,59 до 4,2 м) и быстро перестраивается за счет гидравлических цилиндров при переходе в транспортное положение, создавая оптимальный угол образования воронки для всасывания навоза в ёмкость.



Рис. 1. Вакуумный уборщик навоза Mench V4500

Fig. 1. Vacuum manure cleaner, model Mench V4500

Модель VFW 18 000 ёмкостью 18000 л компании Fligl с таким же функционалом, но в прицепном исполнении базируется на двухосном шасси типа Tandem с допустимой нагрузкой на ходовую часть 21000 кг, нагрузкой на прицепное устройство 3000 кг (рис. 2). Регулируемое

² Каталог техники Mench, 2019. URL: <https://menschmfg.com/manure-vacuum.html> (дата обращения: 03.04.2021).

подпрессованное прицепное дышло с опрокидывающимся цилиндром оснащено двухконтурной пневматической тормозной системой с ручной регулировкой. Обе тормозные оси жесткие и неповоротные. Прицеп оборудован воздушным компрессором КТМ 2300/36300 л с гидравлическим управлением, всасывающим коллектором с 6-дюймовой всасывающей задвижкой и быстроразъёмной муфтой, разгрузочным люком 600 мм с управляемой гидравлической задвижкой. Диапазон регулируемого скрепера – от 2,5 до 4 м. В ёмкости установлены два разгрузочных шнека для ускоренного и более полного её опорожнения, прицеп оборудован 5-функциональным распределительным блоком, каждая из секций – двойного действия с пультом управления. Пульт управления удобно расположен в кабине трактора и позволяет эффективно управлять загрузкой и разгрузкой прицепа.



Рис. 2. Прицепная вакуумная цистерна Fliegl, модель VFW 18 000

Fig. 2. E-railed vacuum tank, Fliegl model VFW 18 000

Данная модель хорошо себя зарекомендовала. Её достоинствами являются высокая мощность всасывания, пригодность для любого жидкого субстрата включая песок и солому, удобство технического обслуживания и ремонта. Вместе с тем для агрегатирования потребовался мощный трактор JD7830 с надежным приводом вала отбора мощности (мощность двигателя – 205 л.с.). Трактор с прицепным вакуумным уборщиком имеет значительную длину, его движение возможно только вперед. В этой связи навозные проходы должны быть сквозными через весь двор. В данном случае более маневренные и универсальные мобильные машины имеют преимущество перед прицепными.

В поточно-групповой технологии содержания беспривязного содержания молочных коров предусмотрена как минимум трехразовая дойка [3, 4]. В этой связи все технологические операции: доение, кормление, зоотехнические и ветеринарные процедуры, а также работа, связанная с организацией создания комфортных условий содержания животных в секциях, – проводятся в строго отведенное время со своим ритмом и тактом. За время, в течение которого животные находятся на пути к дойке, в накопителях и галереях, доятся на доильной установке

и возвращаются в свою секцию, все механизированные работы, связанные с чисткой навоза, подсыпкой песка в лежки или выравниванием песка, должны быть завершены.

Животноводческий комплекс «Уланово» оборудован доильной установкой карусельного типа на 72 места. Пропускная способность карусели составляет 450 гол. в 1 ч, или 7,5 гол. в 1 мин. В среднем в секциях содержится 250...330 дойных животных. Уборка навоза с проходов, рыхление песка или подсыпка песка проводятся одновременно в двух секциях для сквозного движения вакуумной бочки, пескоразбрасывателя или рыхлителя песка. Следовательно, время для создания комфорта в лежаках, в зависимости от количества животных в секциях, составляет 66-88 мин.

Параметры лежака, а именно расположение грудного упора и «надхолочного» бруса, регулируются и соответствуют физиологическим параметрам животного (высоте в холке, весу, длине). Поэтому практически весь навоз от животных скапливается в навозных проходах. Чистка непосредственно самого лежака требуется в весьма редких случаях, с чем в течение 10-15 мин справляется оператор КРС при помощи скребка.

В среднем в месяц на ЖК с поголовьем 2800 гол. требуется 650 м³ песка (на 1 гол. – 10 кг/сут.). Практика показала, что подсыпку песка в лежак следует производить один раз в три дня. Чаше этого делать не следует, так как поток песка с поперечного транспортера трудно настроить на малую порцию внесения.

Механизировать подсыпку песка можно с помощью самоходного погрузчика, на который навешивается ковш с транспортёром грузоподъемностью 1300 кг (рис. 3).



Рис. 3. Ковш с донным транспортером для подсыпки песка Mench 1400

Fig. 3. Bucket with bottom conveyor for sand filling, model Mench 1400

Погрузчику для синхронной работы в связке с машинами, выполняющими уборку навоза, требуется многократная загрузка песком. В среднем один цикл (погрузка, движение в секцию, внесение песка в лежки) длится 13-15 мин. С учетом его объема подсыпку можно провести в 40...45 боксах. Следовательно, чтобы засыпать две секции вместимостью 330 гол., потребуется выполнить 15 циклов и потратить на эту работу 200 мин, что больше отведенного лимита времени (доение 660 гол. на карусели, рассчитанной на 72 места, осуществляется

за 88 мин). При этом, чтобы увеличить производительность погрузчика с таким ковшом, необходимы площадки для временного складирования песка, расположенные вблизи дворов. Поэтому вариант использования специализированного ковша с погрузчиком рекомендуется для

ферм КРС в 1000...1200 гол. при небольших перегонах от мест складирования песка до двора.

Прицепные пескоразбрасыватели W3350, W3375, W3380, W3385 являются более производительным классом машин (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика самоходных и прицепных пескоразбрасывателей Mensch

Table 2

Comparative characteristics of self-propelled and trailed Mensch gritters

Модель <i>Model</i>	Вместимость материала <i>Material capacity</i>		Габаритные размеры <i>Dimensions</i>			Максимальный вес, кг <i>Maximum weight, kg</i>	Собственный вес, кг <i>Own weight, kg</i>	Количество обслуживаемых боксов за 1 цикл <i>Number of serviced boxes for 1 cycle</i>
	песок, м ³ <i>sand, m³</i>	опилки, м ³ <i>sawdust, m³</i>	длина, мм <i>length, mm</i>	ширина, мм <i>width, mm</i>	высота, мм <i>height, mm</i>			
W3350**	5,3	7,7	5290	2140	2290	7950	3665	265
W3375**	5,7	8	5290	2140	2290	8550	3835	285
W3380**	7,7	10,7	6500	2140	2290	11550	4120	385
W3385**	10	13	6500	2390	2540	15000	5170	500
M3600*	11,5	16,7	7010	2390	2465	20430	6580	462
M3610*	15,1	22	8230	2390	2515	29510	7260	742
M3620*	15,1	22	8230	2591	2565	29510	8490	701

*Самоходный / *Self-propelled.*

**Прицепной / *Trailed.*

Тестирование проводилось на самой мощной машине – W3385. Для агрегирования применялся трактор JD6155, JD6920 и МТЗ 1221 (рис. 4). С учетом полной загрузки прицепа (15000 кг), а также наличия подъездной дороги с твердым покрытием (бетон) от мест складирования ко двора проблем с транспортировкой не возникло. Объем бункера модели W3385 в 10 м³ достаточно для восполнения песком 500 боксов по 30 кг на каждый. Полный цикл работы, включающий в себя загрузку, транспортировку, внесение и возвращение к месту загрузки, составил 18-20 мин.



Рис. 4. Прицепной пескоразбрасыватель Mensch W3385

Fig. 4. Trailed gritter Mensch W3385

При необходимости единовременной подсыпки в 660 боксах целесообразно использовать модель W3380 объемом 7,7 м³, которая справится с задачей за два полных рейса (40 мин). Модели W3385 потребуется сделать 1,5 рейса.

Недостатками прицепных средств внесения песка являются неудобства, связанные с тем, что оператор должен контролировать процесс внесения песка в лежки (зона контроля находится сзади) и вести трактор одновременно (зона контроля находится спереди). Во избежание поломки приводного карданного вала требуется большой радиус разворота, а движение назад трактора является затруднительным и накладывает серьезные ограничения при эксплуатации. Поэтому для работы на данных машинах требуются более подготовленные и опытные операторы.

Ряд самоходных машин для внесения песка в боксы представлен тремя моделями: M3600, M3610, M3620 (табл. 2). Ходовая часть машин имеет значительное сходство с машинами для сбора навоза V4500, V3410, V2510 (табл. 1): мосты, коробка передач, карданные передачи, диски колес, шины идентичны и взаимозаменяемы, что удобно для проведения дальнейшего ремонта машин.

На протяжении 18 мес. эксплуатации модель Mensch M3620 (рис. 5) показала себя как маневренная и удобная в эксплуатации. В отличие от прицепных моделей машина может безопасно перемещаться задним ходом, для чего укомплектована камерами и зеркалами заднего вида. Выбранная модель Mensch M3620 для ЖК на 2800 гол. оказалась высокопроизводительной. Помимо поддержания требуемого уровня песка в боксах согласно разработанному графику, машина часто использовалась на соседнем комплексе в период основной засыпки песка.

За один месяц наработка M3620 составила 162 моточаса (в среднем 5,4 моточаса в сутки), что для такой машины является весьма низким показателем. К примеру, наработка за тот же период навозоуборочной машины Mensch V4500 составила 540 моточасов (в среднем 17,1 моточаса). Отсюда можно сделать вывод о том, что

для нормальной загрузки пескоразбрасывателя Mensch M3620 можно вполне увеличить обслуживаемое поголовье в два или даже в три раза.

Практика применения высокопроизводительной техники на нескольких объектах используется достаточно широко, для чего необходимо организовать оперативную переброску пескоразбрасывателя на специализированном трале.



Рис. 5. Самоходный пескоразбрасыватель Mensch W3260

Fig. 5. Self-propelled gritter Mensch W3260

Выводы

1. Применение песка в качестве подстилки, по мнению зоотехнической и ветеринарной служб, значительно повышает комфорт и здоровье животных: в 2...2,5 раза снижаются заболеваемость суставов и маститы, повышается потребление кормов животными и их продуктивность на 10...15%.

2. Применение песка в качестве подстилки требует тщательного подбора средств механизации процесса сбора и транспортирования навоза в места временного хранения, а также подсыпки и рыхления песка в лежаках.

3. Опыт внедрения технологии применения песка в боксах в качестве подстилки в ЖК «Уланово» на 2800 гол. позволил сделать следующие выводы об эффективности применения техники:

Библиографический список

1. Цой Ю.А., Баишев Р.А., Танифа В.В. и др. Ретроспективный анализ и сравнительная оценка беспривязного и привязного содержания коров. Мифы и реалии // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2018. № 3 (31). С. 37-43.

2. Шульга Л.В., Старовойтов Д.П., Ланцов А.В. Влияние разных способов содержания коров на продолжительность производственного использования // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2015. № 18-1. С. 210-216.

3. Стеньшин В.В. Беспривязное содержание коров с доением в доильном зале // Техника и оборудование для села. 2009. № 10. С. 23-24.

4. Кирсанов В.В. Механизация и технология животноводства. М.: НИЦ Инфра-М, 2020. 585 с.

Операция по выравниванию песка в боксах выполняется три раза в сутки, сразу после чистки навоза, с помощью навешиваемого на погрузчик JCB250 специально сконструированного орудия (рис. 6).

Задача орудия – разрушить плотно утрамбованный песок в боксе, при необходимости выровнять его и убрать часть песка из бокса. После рыхления и выравнивания песка животные более охотно ложатся в боксы.



Рис. 6. Рыхлитель-выравниватель песка в работе

Fig. 6. Ripper-sand leveller in operation

– уборка навоза с проходов значительно эффективнее и чище производится самоходной машиной Mensch M4500 в отличие от прицепной цистерны Fligl модели VFW 18 000. Надежность также оказалась выше у самоходной машины. Средняя суточная наработка составила 17,1 моточаса, что оптимально для фермы в 2800 гол.;

– по сравнению с прицепным пескоразбрасывателем W3385 самоходная модель Mensch M3620 оказалась более маневренной, удобной в эксплуатации и высокопроизводительной, более качественно и равномерно распределяющей песок. Вместе с тем суточная нагрузка машины составила всего 5,4 моточаса. Надежность прицепного пескоразбрасывателя оказалась ниже самоходного.

References

1. Tsoi Yu.A., Baishev R.A., Tanifa V.V. et al. Retrospektivniy analiz i sravnitel'naya otsenka besprivyaznogo i privyaznogo soderzhaniya korov. Mify i realii [Retrospective analysis and comparative assessment of free-stall and tie-up cow housing. Myths and realities]. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva*, 2018; 3 (31): 37-43. (In Rus.)

2. Shulga L.V., Starovoitov D.P., Lantsov A.V. Vliyaniye raznykh sposobov soderzhaniya korov na prodolzhitel'nost' proizvodstvennogo ispol'zovaniya [Influence of different ways of cow housing on the duration of their productive use]. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*, 2015; 18-1: 210-216. (In Rus.)

3. Stenshin V.V. Besprivyaznoe soderzhanie korov s doeniem v doil'nom zale [Free-stall housing of cows with

5. Krohn C. Munksgaard, L. Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments II. Lying and lying-down behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*. 1993; 37(1): 1-16. DOI: 10.1016/0168-1591(93)90066-X

6. Herlin A.H. Comparison of lying area surfaces for dairy cows by preference, hygiene and lying down behaviour. *Swedish journal of agricultural research*. 1997; 27: 189-196.

7. Wolfe T., Vasseur E., DeVries T.J. et al. Effects of alternative deep bedding options on dairy cow preference, lying behavior, cleanliness, and teat end contamination. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101 (1): 530-536. DOI: 10.3168/jds.2016-12358

8. Norrington M., Manninen E., Passillé A.M. et al. Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2008; 91(2): 570-576. DOI: 10.3168/jds.2007-0452.

9. Gastelen S., Westerlaan B., Houwers D. et al. A study on cow comfort and risk for lameness and mastitis in relation to different types of bedding materials. *Journal of Dairy Science*. 2011; 94(10): 4878-4888. DOI: 10.3168/jds.2010-4019.

10. Щербаков С.И. Механизация уборки, удаления, переработки и хранения навоза: Учебное пособие для вузов / С.И. Щербаков. Пенза: РИО ПГСХА, 2006. 112 с.

11. Тесленко И.И. Энергосберегающая технология уборки и консервации навозной массы на крупных комплексах // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2004. № 7. С. 12-13.

12. Мишуров Н.П. Рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2018. № 4 (32). С. 44-56.

milking in the milking parlor]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*, 2009; 10: 23-24. (In Rus.)

4. Kirsanov V.V. Mekhanizatsiya i tekhnologiya zhi-votnovodstva [Mechanization and technology of livestock breeding]. Moscow, NITs Infra-M, 2020: 585. (In Rus.)

5. Krohn C. Munksgaard, L. Behavior of dairy cows kept in extensive (loose housing / pasture) or intensive (tie stall) environments II. Lying and lying-down behavior. *Applied Animal Behavior Science*, 1993; 37 (1): 1-16. DOI: 10.1016 / 0168-1591 (93) 90066-X

6. Herlin A.H. Comparison of lying area surfaces for dairy cows by preference, hygiene and lying down behavior. *Swedish journal of agricultural research*, 1997; 27: 189-196.

7. Wolfe T., Vasseur E., DeVries T.J. et al. Effects of alternative deep bedding options on dairy cow preference, lying behavior, cleanliness, and teat end contamination. *Journal of Dairy Science*, 2018; 101 (1): 530-536. DOI: 10.3168 / jds.2016-12358

8. Norrington M., Manninen E., Passillé A.M. et al. Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2008; 91 (2): 570-576. DOI: 10.3168 / jds.2007-0452.

9. Gastelen S., Westerlaan B., Houwers D. et al. A study on cow comfort and risk for lameness and mastitis in relation to different types of bedding materials. *Journal of Dairy Science*, 2011; 94 (10): 4878-4888. DOI: 10.3168 / jds.2010-4019.

10. Shcherbakov S.I. Mekhanizatsiya uborki, udaleniya, pererabotki i khraneniya navoza: Uchebnoe posobie dlya vuzov [Mechanization of cleaning, removal, processing and storage of manure: Study manual for university students]. Penza, RIO PGSKhA, 2006: 112. (In Rus.)

11. Teslenko I.I. Energoberegayushchaya tekhnologiya uborki i konservatsii navoznoy massy na krupnykh kompleksakh [Energy-saving technology for harvesting and preserving manure used by large farms]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*, 2004; 7: 12-13. (In Rus.)

12. Mishurov N.P. Rekomendatsii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu sistem udaleniya i podgotovki k ispol'zovaniyu navoza i pometa [Recommendations for the technological design of systems for the removal and preparation of manure and dung for use]. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhi-votnovodstva*, 2018; 4 (32): 44-56. (In Rus.)

Критерии авторства

Казанцев С.П., Соловьев М.И., Мельников О.М. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели обобщение и подготовили рукопись. Казанцев С.П., Соловьев М.И., Мельников О.М. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 12.04.2021

Одобрена после рецензирования 24.05.2021

Принята к публикации 26.05.2021

Contribution

S.P. Kazantsev, M.I. Soloviev, O.M. Melnikov performed theoretical studies, and based on the results obtained, generalized the results and wrote a manuscript. S.P. Kazantsev, M.I. Soloviev, O.M. Melnikov have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received 12.04.2021

Approved after reviewing 24.05.2021

Accepted for publication 26.05.2021