

А.А. МУЗЫКА, М.П. ПУЧКА, Н.Н. ШМАТКО, С.А. КИРИКОВИЧ,
Л.Н. ШЕЙГРАЦОВА, М.В. ТИМОШЕНКО, О.А. КАЖЕКО

**ИЗУЧЕНИЕ СРЕДСТВ НАВОЗОУДАЛЕНИЯ ПО ЭЛЕМЕНТАМ
ЗАТРАТ НА ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ
МОЛОКА**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Выбор способа и средств механизации уборки навоза из помещений для крупного рогатого скота определяется технологией содержания животных, планировкой помещений, объёмно-планировочным решением фермы или комплекса и обеспеченностью подстилочными материалами. В статье представлены данные исследований, цель которых заключалась в изучении способов навозоудаления, режима их работы и проведении энергетического анализа процесса навозоудаления на фермах и комплексах по производству молока. Работа проводилась на молочно-товарных фермах и комплексах разной мощности ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района (СПФ «Будагово», МТФ «Жажелка», МТК «Берёзовица», МТК «Рассошное»), МТК «Устенский», расположенном в РПУП «Устье» НАН Беларуси Оршанского района. Установлено, что технология удаления навоза из животноводческих помещений стационарными средствами с применением скреперных установок циклического действия и насосного оборудования эффективнее бульдозерного навозоудаления имеет более низкие энергозатраты и материалоемкость, не требует использования жидкого топлива, позволяет полностью автоматизировать процесс навозоудаления и выполнять его в соответствии с требованиями по защите окружающей среды.

Ключевые слова: коровы, молочно-товарный комплекс, навозоудаление, бульдозер, скреперные установки, энергозатраты.

A.A. MUZYKA, M.P. PUCHKA, N.N. SHMATKO, S.A. KIRIKOVICH,
L.N. SHEYGRATSOVA, M.V. TIMOSHENKO, O.A. KAZHEKO

**STUDY OF MANURE REMOVAL SYSTEMS, THEIR OPERATION
MODE AND ENERGY CONSUMPTION IN THE PROCESS OF
MANURE REMOVAL BY COST ELEMENTS ON MILK
PRODUCTION FARMS AND COMPLEXES**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

The use of a particular method and equipment for manure removal from the premises for cattle depends on the technology of animal housing, layout of the premises,

space-planning solution of the farm or complex, as well as the availability of bedding materials. The paper contains the data of research aimed at studying the methods and mechanical means of manure removal, the mode of their operation, as well as the energy analysis of the manure removal process on milk production farms and complexes. The work was carried out at commercial dairy farms and complexes of different capacities: SE “ZhodinoAgroPlemElita” in Smolevichi district (SPF “Budagovo”, CDF “Zhazhelka”, CDC “Berezovitsa”, CDC “Rassoshnoye”), CDC “Ustensky” located in RPUE “Ustye” of NAS of Belarus in Orsha district. It has been established that the technology for removing manure from livestock buildings by stationary means using scraper units of cyclic action and pumping equipment is more effective than bulldozer manure removal, has lower energy costs and material consumption, does not require the use of liquid fuel, allows you to fully automate the process of manure removal and perform it in accordance with environmental protection requirements.

Keywords: cows, commercial dairy complex, manure removal, bulldozer, scraper units, energy costs.

Введение. В системе содержания крупного рогатого скота определённое место занимает механизация навозоудаления. Выбор способа и средств механизации уборки навоза из помещений определяется технологией содержания животных, планировкой помещений, объёмно-планировочным решением фермы или комплекса и обеспеченностью подстилочными материалами. Оборудование, выполняющее эти функции, подбирается ещё на стадии проектирования животноводческого здания. Оно способствует поддержанию внутри помещения всех санитарно-технических норм и оптимального микроклимата для людей, работающих в коровнике, и животных.

Правильно спроектированная система навозоудаления, последующий монтаж оборудования и соблюдение организационно-технологических мероприятий по его эксплуатации напрямую влияют на обеспечение комфортных условий для животных, создание оптимального микроклимата в помещениях ферм или комплексов, эффективность и экономику производства молока [1, 2, 3, 4].

Изучение средств навозоудаления, режима их работы, а также энергопотребления процесса удаления навоза по элементам затрат на фермах и комплексах по производству молока позволит обосновать технологические приёмы в направлении формирования энергосберегающих технологий навозоудаления.

Цель исследований – изучить способы навозоудаления, режим их работы и провести энергетический анализ процесса навозоудаления на фермах и комплексах по производству молока.

Материал и методика исследований. Объектом исследования были: молочно-товарные фермы и комплексы ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района (СПФ «Будагово» (мощность фермы по проекту – 268 голов), МТФ «Жажелка» (мощность фермы по проекту –

750 голов), МТК «Березовица» (мощность комплекса по проекту – 850 голов), МТК «Рассошное» (мощность комплекса по проекту – 1000 голов) и МТК «Устенский» Оршанского района (мощность комплекса по проекту – 1200 голов), расположенный в РПУП «Устье» НАН Беларуси Оршанского района.

В процессе выполнения работы были изучены следующие показатели: мощность и среднегодовое поголовье фермы (комплекса), технологическое оборудование, режим его работы, расход топлива и электроэнергии; фактическая энергоёмкость процессов жизнеобеспечения и обслуживания животных по удельному расходу ТЭР (топливо-энергетических ресурсов) в условном топливе кг/гол с учётом прямых, косвенных и совокупных затрат энергии.

Для оценки энергопотребления были использованы основные методики [5, 6, 7, 8, 9]. Полная энергоёмкость (совокупные энергозатраты $E_{затр.}$) процесса навозоудаления определялась как сумма составляющих прямых затрат энергии ($E_{пр.}$), инвестиционных затрат ($E_{инв.}$) и затрат энергии живого труда ($E_{ж.тр.}$) по формуле (1):

$$E_{затр.} = E_{пр.} + E_{инв.} + E_{ж.тр.} \quad (1)$$

Прямые затраты энергии включали в себя расход топлива на работу бульдозера и расход электроэнергии, затраченной на работу скреперной системы и насосов.

Инвестиционные затраты энергии состояли: из энергозатрат, овлечённых в энергоносителях (на добычу, переработку и доставку топлива); энергозатрат на материалоёмкость машин и оборудования для навозоудаления; из энергозатрат, овлечённых в зданиях и сооружениях, предназначенных для хранения и утилизации навоза (навозохранилища, КНС, станция перекачки стоков).

Затраты энергии живого труда включали в себя затраты труда механизатора (водителя трактора) – при уборке с помощью бульдозера и слесаря по навозоудалению – при уборке скреперными установками.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Результаты исследования показали, что уборка навоза в зданиях коровников для дойного стада (беспривязное боксовое содержание с использованием измельчённой соломенной подстилки) на СПФ «Будагово», МТК «Рассошное», МТК «Березовица» и МТК «Устенский» осуществляется скреперной системой, а на МТФ «Жажелка» – бульдозером.

В каждом коровнике на СПФ «Будагово», МТК «Рассошное», МТК «Березовица» и МТК «Устенский» функционирует по 2 комплекта цепной дельтаскреперной системы, которые отличаются количеством скребков. Режим работы скреперных установок автоматический или

ручной, по мере накопления навозной массы (через каждые 1,5-2 ч или 3-4 ч, но не менее 4 раз в интервале времени с 6-00 до 19-00 ч).

Очищая навозные проходы, скреперные установки сдвигают навоз к торцу (СПФ «Будагово», МТК «Березовица») или к центру коровника (МТК «Рассошное» и МТК «Устенский») и сбрасывают его в поперечный (приёмный) навозосборный канал, расположенный ниже уровня пола здания. Далее по поперечному каналу навоз самотёком поступает в приёмный резервуар станции перекачки стоков (навозосборник, предварительный накопитель или навозоприёмник) для текущего накопления. Сюда же по каналам, перекрытым решётками, поступает навоз из доильного зала, предоильной площадки и скотопрогонов.

В приёмном накопителе размещены погружные насосы гомогенизаторы различных марок (Landia, LJM, Houle Dml4, ER2-E) для перемешивания навозных стоков, их измельчения и загрузки. После получения однородной массы полученный навоз по навозопроводной ПВХ трубе перекачивается в навозохранилище (МТК «Березовица», МТК «Рассошное», МТК «Устенский»). Навозохранилище – открытое наземное, построено по принципу лагуны, дно и стены которой бетонированы. В качестве геомембраны служат 2 слоя гидроизола. Глубина лагуны составляет 3 м на МТК «Березовица» и 4 м на МТК «Рассошное» и МТК «Устенский». Способ ввода трубопровода заглублённый, выводится он в основание лагуны посередине (МТК «Березовица», МТК «Рассошное») или в начало котлована лагуны (МТК «Устенский»).

Периодически или ежедневно навоз вывозится из навозохранилища автотранспортом. Для этой цели используются ёмкости мобильного транспорта МЖУ–20 (грузоподъемность 20 т) в агрегате с трактором МТЗ-3522 (СПФ «Будагово», МТК «Березовица», МТК «Рассошное») и МВЖУ-12 (грузоподъемность – 12 т) в агрегате с трактором МТЗ-2022 (МТК «Устенский»).

На СПФ «Будагово», а также, в случае неисправности насосов, на комплексах «Березовица» и «Рассошное», навоз прямо из навозосборника грузится в мобильные цистерны и вывозится в полевые навозохранилища или разбрасывается на поля. Вывоз навоза мобильными цистернами из лагуны на МТК «Березовица» осуществляется не менее 2-х раз в месяц, на МТК «Рассошное» и из навозосборника на СПФ «Будагово» – ежедневно.

На МТК «Устенский» в предварительном накопителе расположены 2 загрузочных насоса для перекачки стоков с измельчителем (ER2-E): один качает навоз в навозопровод, идущий в первую лагуну, второй – во вторую лагуну. Вывозится навоз в полевые навозохранилища мобильными самогружающимися цистернами ежедневно.

На МТФ «Жажелка» навозоудаление осуществляется ежедневно трактором МТЗ-920, агрегатированным бульдозерной навеской БН-1, который перемещает подстилочный навоз в открытые навозохранилища (площадку для кратковременного хранения навоза), расположенные с обратной стороны коровников. Площадка бетонирована, выполнена с уклоном в 30-40 градусов, имеет П-образную форму. Стены площадки железобетонные высотой около 0,5 м. Накопившийся навоз 1 раз в месяц ковшовым погрузчиком Амкордор 352 грузится в мобильный транспорт (трактор МТЗ-3522 в агрегате с прицепом ПМФ-20) и вывозится на специальные полевые площадки для компостирования.

Мы изучили энергопотребление по элементам затрат для выполнения процесса навозоудаления из помещений для содержания дойного стада на пяти животноводческих объектах.

В связи с тем, что процесс транспортирования навоза за пределы фермы в полевые навозохранилища осуществляется специальной техникой машинно-тракторного парка, не закреплённой за фермой (комплексом) и водителями этого парка, мы проанализировали только технико-экономические показатели процесса удаления навоза из помещений в пределах фермы (комплекса), то есть до этапа поступления навоза в «прифермерские навозохранилища».

Установлено, что основной удельный вес при выполнении процесса навозоудаления мобильными средствами (МТФ «Жажелка») (рисунок 1) приходился на затраты жидкого топлива (47,7 %) и на затраты, овлеществлённые в машинах и оборудовании (30,6 %); при уборке стационарными средствами – на затраты, овлеществлённые в энергоносителях (29,0-31,2 %), затраты, овлеществлённые в машинах и оборудовании (26,1-40,0 %) и на затраты, овлеществлённые в зданиях и сооружениях (14,4-27,5 %).

Результаты выполненного энергоанализа технологического процесса удаления навоза (таблица 1) показали, что в расчёте на одно животное наиболее энергоёмким был процесс навозоудаления, осуществляемый бульдозером на МТФ «Жажелка» (103,44 кг у.т.), наименее энергоёмким – осуществляемый скреперными установками на комплексе «Березовица» (23,30 кг у.т.). В расчёте на одну голову скота затраты энергии при уборке навоза бульдозером оказались в 2,2-4,4 раза или на 55,5-77,5 % выше, чем при уборке навоза скреперами. Полученные данные свидетельствуют, что полные годовые затраты жидкого топлива на ферме «Жажелка» в расчёте на 1 голову скота составили 49,33 кг у.т.

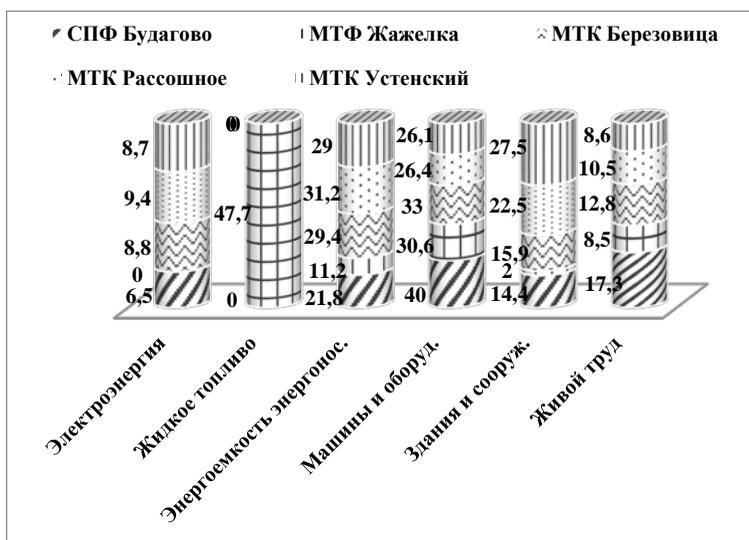


Рисунок 1 – Структура энергозатрат при выполнении процесса удаления навоза на изучаемых объектах, %

Таблица 1 – Совокупные и поэлементные затраты энергии на выполнение процесса удаления навоза на молочных фермах и комплексах за 2021 год, кг у.т./гол.

Наименование ферм и комплексов	Поголовье	Прямые энергозатраты		Овеществлённые энергозатраты			Суммарные энергозатраты
		электроэнергии	топлива	энергоносители	машины и оборудование	здания и сооружения	
Будагово	219	3,01	-	10,04	18,41	29,23	46,07
Жажелка	380	-	49,33	11,55	31,70	14,48	103,44
Березовица	591	2,06	-	6,86	7,70	12,41	23,30
Рассошное	800	2,30	-	7,68	6,50	18,75	24,59
Устенский	738	2,39	-	7,96	7,17	20,36	27,42

Удельный вес энергии, овеществлённой в машинах и оборудовании, в энергозатратах на удаление навоза мобильным способом, довольно значителен, что связано с использованием высокопроизводительного (25 т/ч) энергоёмкого трактора по сравнению с малоэнергоёмкими (производительность – 0,5-6,4 т/ч) скреперными установками. В расчёте на одну голову скота материалоёмкость мобильных средств навозоудаления в 1,7-4,9 раз или на 41,9-79,5 % превышала стационарные.

По затратам энергии живого труда более высокоэнергоёмкой также оказалась мобильная уборка навоза. Так, энергоёмкость прямых затрат

труда водителя бульдозера на МТФ «Жажелка» оказалась в 1,1-3,7 раз или на 9,2-73,0 % выше, чем слесарей, работающих на скреперах, что в пересчёте на 1 голову скота составило 8,78 кг у.т. против 2,37, 2,57, 2,99 и 7,97 кг у.т./гол. на комплексах «Устенский», «Рассошное», «Березовица» и на СПФ «Будагово» соответственно.

Анализ суммарных затрат энергии на голову скота показал, что при уборке навоза скреперами полные энергозатраты составили 23,30-46,07 кг у.т./гол. Высокие энергозатраты на уборку навоза на СПФ «Будагово» (в 1,4-2,0 раза выше по сравнению с затратами на комплексах «Березовица», «Рассошное», «Устенский») можно объяснить небольшим поголовьем скота на ферме и неполной её комплектацией.

Для транспортирования навоза из прифермерских навозохранилищ (навозосборников) в полевые навозохранилища или на поля применяются высокопроизводительные энергоёмкие машины (погрузчик Амкордор 352, трактор МТЗ-3522, МЖУ-20, прицеп ПМФ-20, МВЖУ-12, трактор МТЗ-2022), что ведёт к увеличению энергозатрат на средства механизации и затрат жидкого топлива.

Исследования технологического процесса мобильных средств показали, что 30-50 % рабочего времени затрачивается на основную работу, а остальное расходуется на погрузочно-разгрузочные операции, движение порожних агрегатов, в результате чего складывается высокая себестоимость перевозок. Транспортировка навоза мобильными средствами требует увеличения парка машин, что в конечном итоге связано с увеличением капитальных вложений и привлечения механизаторов. Кроме того, применение большегрузных прицепов и ёмкостей с тракторами приводит к переуплотнению и разрушению почвы, снижению плодородия и урожая сельскохозяйственных культур [10].

Энергоанализ работы пяти молочных ферм и комплексов показал, что технология удаления навоза из животноводческих помещений стационарными средствами с применением скреперных установок циклического действия и насосного оборудования эффективнее бульдозерного навозоудаления имеет более низкие энергозатраты и материалоёмкость, не требует использования жидкого топлива, позволяет полностью автоматизировать процесс навозоудаления и выполнять его в соответствии с требованиями по защите окружающей среды.

Заключение. Выбор способа и средств механизации уборки навоза из помещений для крупного рогатого скота определяется технологией содержания животных, планировкой помещений, объёмно-планировочным решением фермы или комплекса и обеспеченностью подстилочными материалами.

Анализ энергозатрат технологического процесса удаления навоза на фермах и комплексах по производству молока показал, что в расчёте на

1 голову скота наиболее энергоёмким явился процесс навозоудаления, осуществляемый бульдозером на МТФ «Жажелка» (103,44 кг у.т.), наименее энергоёмким – осуществляемый скреперными установками на комплексе «Березовица» (23,30 кг у.т.). Затраты энергии в расчёте на одну голову скота при уборке навоза бульдозером оказались в 2,2-4,4 раза или на 55,5-77,5 % выше, чем при уборке навоза стационарными средствами (скреперами), материалоемкость мобильных средств навозоудаления на МТФ «Жажелка» в 1,7-4,9 раз или на 41,9-79,5 % превышала стационарные средства, а энергоёмкость прямых затрат труда водителя бульдозера в 1,1-3,7 раз или на 9,2-73,0 % превышала затраты труда слесарей, работающих на скреперах.

Литература

1. Машины и оборудование в животноводстве : учебник / А. В. Китун [и др.]. – Киев, 2017. – 460 с.
2. Фролов, В. Ю. Машины и технологии в молочном животноводстве: учеб. пособие / В. Ю. Фролов, С. М. Сидоренко, Д. П. Сысоев. – Краснодар, 2013. – 388 с.
3. Кольга, Д. Ф. Современное оборудование для утилизации навозных стоков на животноводческих фермах и комплексах : лабораторный практикум / Д. Ф. Кольга. – Минск : БГАТУ, 2011. – 60 с.
4. Китиков, В. О. К вопросу ресурсоемкости навозоудаления на новых молочно-товарных фермах Республики Беларусь / В. О. Китиков, Ю. А. Башко, О. Б. Жандаренко // Механизация и электрификация сельского хозяйства : тем. науч. сб. – Минск, 2011. – Вып. 45. – С. 224-229.
5. Мишуров, Н. П. Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоёмкости производства молока / Н. П. Мишуров. – Москва, 2010. – 152 с.
6. Севернёв, М.М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве / М. М. Севернёв. – Москва : Колос, 1992. – 190 с.
7. Кива, А. А. Биоэнергетическая оценка и снижение энергоёмкости технологических процессов в животноводстве / А. А. Кива, В. М. Рабштына, В. И. Сотников. – Москва : ВО «Агропромиздат», 1990. – 176 с.
8. Севернёв, М. М. Временная методика энергетического анализа в сельскохозяйственном производстве / М. М. Севернёв. – Минск, 1991. – 126 с.
9. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. – Москва, 1995. – 95 с.
10. Федоренко, И. Я. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве : учеб. пособие / И. Я. Федоренко, В. В. Садов. – СПб : Лань, 2012. – 296 с.

Поступила 31.01.2023 г.