

ОБОСНОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ РАЗДАЧИ КОРМОВ И НАВОЗОУДАЛЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОКА

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

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163*

(Поступила в редакцию 27.02.2023)

Дифференцированно установить эффективность энергетических затрат (живого труда, топлива и электроэнергии, машин и оборудования, материалов, зданий и сооружений и т.д.) при выполнении технологических процессов и операций, определить полную энергоемкость этих процессов позволяет энергетический анализ [1].

В статье представлены результаты энергетического анализа процесса приготовления и раздачи кормов и навозоудаления на фермах и комплексах по производству молока различной мощности – СПФ «Будагово» (268 голов), МТФ «Жажелка» (750 голов), МТК «Березовица» (850 голов), МТК «Рассошное» (1000 голов) ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района и МТК «Устенский» (1200 голов) Орианского района. Установлено, что наибольшие энергозатраты на приготовление и раздачу кормов в расчете на голову были установлены на СПФ «Будагово» (231,17 кг у.т.), наименьшие – на МТК «Рассошное» (122,99 кг у.т./гол.). В расчете на 1 голову скота наиболее энергоемким явился процесс навозоудаления, осуществляемый бульдозером на МТФ «Жажелка» (103,44 кг у.т.), наименее энергоемким, осуществляемый скреперными установками на комплексе «Березовица» (23,30 кг у.т.). Самые распространенные и менее энергоемкие системы удаления навоза из помещений для дойных коров при беспривязном боксовом их содержании – скреперные (23,30-46,07 кг у.т./гол.).

На основании энергоанализа обоснованы технологические приемы в направлении формирования энергосберегающих технологий приготовления и раздачи кормов и удаления навоза, заключающиеся в применении экономичных машин и агрегатов для погрузки и раздачи кормов, для уборки, погрузки и транспортирования навоза, а также энергосберегающих приемов для механизации приготовления и раздачи кормов и навозоудаления; устранении лишних и сокращения холостых пробегов кормораздатчиков, тракторов во время уборки навоза, оптимальной загрузке кормораздатчиков и прицепов для подвоза кормов и вывоза навоза, рациональном размещении животноводческих предприятий и объектов кормопроизводства, площадок для хранения и биотермического обеззараживания навоза; использовании малоэнергоёмких насосов для перемешивания и перекачки навозных стоков; сокращении затрат труда механизаторов-трактористов путем совмещения выполнения технологических операций по раздаче кормов и уборке навоза.

Ключевые слова: *коровы, молочно-товарный комплекс, приготовление и раздача кормов, кормораздатчики, навозоудаление, энергоанализ.*

Energy analysis allows us to establish differentially the efficiency of energy costs (human labor, fuel and electricity, machinery and equipment, materials, buildings and structures, etc.) when performing technological processes and operations, and to determine the total energy intensity of these processes.

The article presents the results of an energy analysis of the process of preparing and distributing feed and manure removal on farms and milk production complexes of various capacities – agricultural production branch "Budagovo" (268 heads), milk farm "Zhazhelka" (750 heads), dairy complex "Berezovitsa" (850 heads), dairy complex "Rassoshnoye" (1000 heads), state enterprise "ZhodinoAgroPlemElita" in Smolevichi district and dairy complex "Ustensky" (1200 heads) in Orsha district. It has been established that the highest energy costs for the preparation and distribution of feed per head were set at the agricultural production branch "Budagovo" (231.17 kg of reference fuel), the smallest – at the dairy complex "Rassoshnoye" (122.99 kg of reference fuel per head). In terms of 1 head of livestock, the most energy-intensive process was manure removal, carried out by a bulldozer at the milk farm "Zhazhelka" (103.44 kg of reference fuel), the least energy-intensive was carried out by scraper installations at the Berezovitsa complex (23.30 kg of reference fuel). The most common and less energy-intensive systems for removing manure from premises for dairy cows with loose box housing are scrapers (23.30–46.07 kg of reference fuel per head).

Based on the energy analysis, technological methods are substantiated in the direction of the formation of energy-saving technologies for the preparation and distribution of feed and manure removal, which consist in the use of economical machines and units for loading and distributing feed, for cleaning, loading and transporting manure, as well as energy-saving methods for mechanizing the preparation and distribution of feed and manure removal; elimination of unnecessary and reduction of idle runs of feeders and tractors during manure cleaning, optimal loading of feeders and trailers for the delivery of feed and manure, the rational placement of livestock enterprises and fodder production facilities, sites for storage and biothermal disinfection of manure; the use of low-energy pumps for mixing and pumping manure; reduction of labor costs of machine operators-tractor drivers by combining the performance of technological operations for the distribution of feed and manure cleaning.

Key words: cows, dairy complex, feed preparation and distribution, feeders, manure removal, energy analysis.

Введение. Среди большого комплекса вопросов по механизации животноводства наибольшее значение имеет создание новой техники, обеспечивающей снижение затрат ручного труда, потребления топлива и электрической энергии, уменьшение металлоемкости и рациональное использование кормов. Животноводство в настоящее время располагает высокомеханизированными мобильными техническими средствами [2].

Неустойчивое экономическое положение агропромышленного комплекса республики вызывает необходимость использования критерия энергетической оценки технологических процессов [3].

Изучение средств раздачи и приготовления кормов и уборки навоза, режима их работы, а также энергопотребления по этим процессам по элементам затрат на фермах и комплексах по производству молока позволит обосновать технологические приемы в направлении формирования энергосберегающих технологий приготовления и раздачи

кормов и навозоудаления, применение которых будет способствовать снижению энергоёмкости производства молока в целом.

Цель исследований – провести энергетический анализ процесса приготовления и раздачи кормов и навозоудаления на фермах и комплексах по производству молока и на его основании обосновать технологические приемы в направлении формирования энергосберегающих технологий приготовления и раздачи кормов и удаления навоза.

Основная часть. В качестве объекта исследования были взяты: 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 учетом прямых, косвенных и совокупных затрат энергии.

Для оценки энергопотребления были использованы основные методики [4–8]. Полную энергоёмкость (совокупные энергозатраты $E_{затр.}$) выполнения производственных процессов определяли как сумму составляющих прямых затрат энергии $E_{пр.}$, косвенных затрат энергии $E_{кос.}$, инвестиционных затрат энергии $E_{инв.}$ и затрат энергии живого труда $E_{ж.тр.}$ по формуле (1):

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

Прямые затраты энергии включали в себя расход топлива машинами, применяемыми для приготовления и раздачи кормов (тракторов, погрузчиков) и расход электроэнергии, затраченной на смешивание, измельчение кормов в бункере кормораздатчика; расход топлива на работу бульдозера и расход электроэнергии, затраченной на работу скреперной системы и насосов.

Инвестиционные затраты энергии состояли из энергозатрат, овеществленных в энергоносителях (на добычу, переработку и доставку топлива), из энергозатрат на производство машин и оборудования для

приготовления и раздачи кормов, энергозатраты на материалоемкость машин и оборудования для навозоудаления и из энергозатрат, овеществленных в зданиях и сооружениях, предназначенных для хранения и приготовления кормов (склады для концентратов, траншеи для хранения сенажа и силоса, навесы для сена) для хранения и утилизации навоза (навозохранилища, КНС, станция перекачки стоков).

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

Результаты исследования показали, что на всех изучаемых животноводческих объектах корма раздавались мобильным способом в виде полнорационной кормосмеси 2 раза в сутки на кормовой стол прицепными кормораздатчиками-смесителями как с вертикальными, так и с горизонтальными рабочими органами. На трех изучаемых объектах погрузчики кормов представлены машинами отечественного производства ОАО «Амкодор» (на МТК «Березовица» – Амкодор 342В, на МТК «Рассошное» – Амкодор 352, на МТФ «Жажелка» – Амкодор 527 на самоходном шасси с телескопической стрелой). На МТК «Устенский» используется фронтальный погрузчик БМЕ-1565 (БМЕ-1565) с удлиненной стрелой и ковшом на конце, на СПФ «Будагово» – трактор МТЗ-82 с навесным ковшом.

Изучение раздатчиков-смесителей кормов показало, что на СПФ «Будагово» используется смеситель-раздатчик кормов СРК-11В «Хозяин» ООО «Запагромаш» с одним вертикальным шнеком (грузоподъемность 3,5 т, вместимость бункера 10 м³). Машина агрегируется с трактором МТЗ-920. На МТФ «Жажелка», МТК «Березовица» и МТК «Рассошное» используется прицепной вертикальный смеситель-раздатчик кормов СРК – 14В «Хозяин» с двумя вертикальными шнеками (грузоподъемность 5,5 т, вместимость бункера 14 м³). Агрегируется кормораздатчик с тракторами класса 1,4-2,0 (МТЗ-82, МТЗ-920 и МТЗ-320). На МТК «Устенский» раздача кормов осуществляется измельчителем-смесителем-раздатчиком кормов ИСРК-15Ф «Хозяин» с загрузочной фрезой (грузоподъемность 4,5 т, объем бункера 15 м³), предназначенным для измельчения, перемешивания и раздачи кормовых смесей. Агрегируется ИСРК-15Ф с трактором 2 класса (МТЗ 2022.3).

Результаты выполненного энергоанализа процесса приготовления и раздачи кормов мобильным способом на изучаемых молочных фермах

и комплексах (табл. 1) показали, что в расчете на одно животное наименее энергоемким явился процесс приготовления и раздачи кормов, осуществляемый на комплексе «Рассошное» (122,99 кг у.т/гол.), наиболее энергоемким – на СПФ «Будагово» (231,17 кг у.т/гол.).

Таблица 1. Совокупные и поэлементные затраты энергии на приготовление и раздачу кормов для молочных ферм и комплексов в расчете на 1 голову, кг у.т/гол.

Показатель	Наименование ферм и комплексов				
	Будагово	Жажелка	Березовица	Рассошное	Устенский
Среднее поголовье, гол.	219	380	591	800	738
Затраты электроэнергии	6,02	2,21	2,06	2,30	2,39
Затраты жидкого топлива	35,24	44,40	44,58	49,71	30,57
Затраты энергии, овеществленные в энергоносителях	28,33	17,78	17,30	19,32	15,12
Затраты энергии, овеществленные в машинах и оборудовании	116,42	59,94	45,28	27,75	52,32
Затраты энергии, овеществленные в зданиях и сооружениях	29,23	14,48	12,41	18,75	20,36
Затраты энергии живого труда	15,93	8,78	5,97	5,15	4,74
Суммарные энергозатраты на приготовление и раздачу кормов	231,17	147,59	127,60	122,99	125,49

Как показывают полученные данные, удельный вес энергии, овеществленной в машинах и оборудовании, в энергозатратах на приготовление и раздачу кормов, довольно значителен. Наибольшие затраты в расчете на 1 голову отмечены на СПФ «Будагово» (116,42 кг у.т.) и МТФ «Жажелка» (59,94 кг у.т.) при имеющемся в обслуживании поголовье коров.

Наибольший удельный вес приходился на энергию, овеществленную в топливе, и расходующую тракторами и погрузчиками при раздаче кормов. Затраты по этому показателю колебались от 30,57 до 49,71 кг у.т. на голову. Большая доля затрат приходилась и на затраты по доставке энергоносителей потребителю (от 15,12 до 28,33 кг у.т/гол.). Самые высокие затраты энергии живого труда в расчете на голову оказались на СПФ «Будагово», что в 1,8–3,4 раза выше, чем на других фермах.

Таким образом, энергоанализ работы молочных ферм и комплексов показал, что величина энергозатрат на раздачу кормов зависит от

мощности фермы (комплекса). Установлено, что с увеличением поголовья КРС затраты энергии в расчете на голову, связанные с раздачей кормов, уменьшаются.

Результаты исследования процесса навозоудаления на изучаемых молочных фермах и комплексах показали, что уборка навоза в зданиях коровников для дойного стада (беспривязное боксовое содержание с использованием измельченной 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 (приемный) навозосборный канал, расположенный ниже уровня пола здания. Далее по поперечному каналу навоз самотеком поступает в приемный резервуар станции перекачки стоков (навозосборник, предварительный накопитель или навозоприемник) для текущего накопления. Сюда же, по каналам, перекрытым решетками, поступает навоз из доильного зала, преддоильной площадки и скотопрогонов.

В приемном 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.

Периодически или ежедневно навоз вывозится из навозохранилища автотранспортом. Для этой цели используются емкости 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 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 самозагружающимися 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 Амкорд 352, грузится в мобильный транспорт (трактор МТЗ-3522 в агрегате с прицепом ПМФ-20) и вывозится на специальные полевые площадки для компостирования.

Результаты выполненного энергоанализа процесса навозоудаления из помещений для содержания дойного стада на изучаемых животноводческих объектах (табл. 2) показали, что в расчете на одно животное наиболее энергоемким, явился процесс навозоудаления, осуществляемый бульдозером на МТФ «Жажелка» (103,44 кг у.т.), наименее энергоемким, осуществляемый скреперными установками на комплексе «Березовица» (23,30 кг у.т.). В расчете 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.

Таблица 2. 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		Овеществленные 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

Анализ данных табл. 2 свидетельствует, что удельный вес энергии, овеществленной в машинах и оборудовании, в энергозатратах на удаление навоза мобильным способом, довольно значителен, что связано с использованием высокопроизводительного (25 т/ч) энергоемкого

трактора по сравнению с малоэнергоёмкими (производительность – 0,5–6,4 т/ч) скреперными установками. В расчете на одну голову скота материалоемкость 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 пересчете 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», «Безовица» и на СПФ «Будагово» соответственно.

Анализ суммарных затрат энергии на голову скота показал (табл. 2), что при уборке навоза скреперами полные энергозатраты составили 23,30–46,07 кг у.т./гол.

Для транспортирования навоза из прифермерских навозохранилищ (навозосборников) в полевые навозохранилища или на поля применяются высокопроизводительные энергоёмкие машины (погрузчик Амкодор 352, трактор МТЗ-3522, МЖУ-20, прицеп ПМФ-20, МВЖУ-12, трактор МТЗ-2022), что ведет 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 [9].

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 материалоемкость, не требует использования жидкого топлива, позволяет полностью автоматизировать процесс навозоудаления и выполнять его в соответствии с требованиями по защите окружающей среды.

На основании проведенного энергоанализа, в направлении формирования энергосберегающих технологий процесса приготовления и раздачи кормов и навозоудаления, были выделены следующие приемы:

1. Применение экономичных машин и агрегатов для погрузки и раздачи кормов, для уборки, погрузки и транспортирования навоза, а также энергосберегающих приемов для механизации приготовления и раздачи кормов и навозоудаления.

При подготовке кормов к скармливанию животным, следует ис-

пользовать технические средства, в которых совмещены операции по измельчению и смешиванию, что позволяет снизить энергоемкость и металлоемкость процесса приготовления полнорационных кормовых смесей, а также сократить количество погрузочно-разгрузочных и транспортных работ.

При раздаче кормов прицепными кормораздатчиками без самозагрузки следует четко выбирать трактор, учитывая его тяговый класс, скорость движения на соответствующих передачах, грузоподъемность навесного устройства и другие требования к комплектованию машинно-тракторного агрегата (МТА).

Для сокращения количества загрузок кормораздатчика-смесителя следует выбирать оптимальный объем бункера. По удельным затратам на приготовление и раздачу кормов на МТФ с поголовьем от 200 до 800 коров оптимальными являются машины с бункером от 6 до 12 м³.

Для снижения удельных расходов на приготовление и раздачу кормов целесообразно применять машины с самозагрузкой (с использованием грейферов, фрез для забора силоса и сенажа из траншей, U-образных устройств с режущим механизмом ковшового типа для выемки из бурта).

В случае, когда корма предварительно измельчены и необходимо произвести только их доизмельчение, смешивание и раздачу, следует применять вертикальные кормораздатчики. Горизонтальные машины объективно раздают лучше, нежели вертикальные, измельчают корма до зоотехнических норм, смешивают компоненты корма и обеспечивают более высокую равномерность выдачи смеси.

Использование кормораздатчиков с двумя горизонтальными шнеками, способных раздавать кормовую смесь на две стороны в отличие от вертикальных, приводит к экономии времени и ГСМ.

Из-за большей энергоемкости процесса смешивания при вертикальном расположении шнеков в центре бункера, смесителераздатчики с вертикальными шнеками должны агрегатироваться с тракторами большей мощности.

Для уборки навоза из помещений мобильными средствами необходимо обеспечивать беспрепятственный проезд транспорта через ворота и внутри помещения.

При уборке навоза бульдозером из помещений для боксового или комбибоксового содержания животных бульдозерная лопата должна соответствовать форме канала (навозный проход должен иметь форму прямоугольного лотка шириной 2,2–2,7 м и глубиной 200–250 мм). В целях предотвращения растекания бесподстильного навоза за пределы лотка, следует оборудовать бульдозер шарнирно-закрепленными

боковыми щеками длиной 1000–1200 мм, управляемыми с помощью гидроцилиндров.

Наиболее распространенными и менее энергоемкими системами удаления навоза из помещений для дойных коров при беспривязном боксовом их содержании являются скреперные установки.

2. Для уменьшения энергоемкости топлива следует устранять лишние и сокращать холостые пробеги кормораздатчиков, тракторов во время уборки навоза, оптимально загружать кормораздатчики и прицепы для подвоза кормов и вывоза навоза, рационально размещать животноводческие предприятия и объекты кормопроизводства, площадки для хранения и биотермического обеззараживания навоза следует размещать на оптимальном расстоянии от животноводческих объектов в соответствии с требованиями санитарных норм и правил, действующих в Республике Беларусь.

3. Для снижения расхода электроэнергии на навозоудаление целесообразно использовать малоэнергоёмкие насосы для перемешивания и перекачки навозных стоков.

4. С целью снижения затрат труда людей при выполнении основных производственных операций (раздача кормов, уборка навоза) необходима разработка системы контроля за соблюдением трудовой дисциплины, сокращение затрат труда механизаторов-трактористов путем совмещения выполнения технологических операций по раздаче кормов и уборке навоза.

Заключение. Таким образом, установлено, что технологический процесс приготовления и раздачи кормов на изучаемых молочных фермах и комплексах осуществляется мобильным способом с помощью прицепных кормораздатчиков-смесителей как с вертикальными, так и с горизонтальными рабочими органами.

Анализ энергозатрат технологического процесса приготовления и раздачи кормов на фермах и комплексах по производству молока показал, что с увеличением поголовья КРС затраты энергии в расчете на голову, связанные с раздачей кормов, уменьшаются. Так, наибольшие энергозатраты на приготовление и раздачу кормов в расчете на голову были установлены на СПФ «Будагово» (231,17 кг у.т.), наименьшие – на МТК «Рассошное» (122,99 кг у.т./гол.).

Установлено, что технологический процесс удаления навоза на изучаемых молочных фермах и комплексах осуществляется механическим способом с помощью мобильных (трактора с бульдозерной навеской) и стационарных средств (скреперных установок).

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

1 голову скота наиболее энергоемким явился процесс навозоудаления, осуществляемый бульдозером на МТФ «Жажелка» (103,44 кг у.т.), наименее энергоемким, осуществляемый скреперными установками на комплексе «Березовица» (23,30 кг у.т.). Затраты энергии в расчете 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 энергоемкость прямых затрат труда водителя бульдозера в 1,1–3,7 раз или на 9,2–73,0 % превышала затраты труда слесарей, работающих на скреперах.

Установлено, что самые распространенные и менее энергоемкие системы удаления навоза из помещений для дойных коров при беспривязном боксовом их содержании – скреперные. При этом полные энергозатраты составили 23,30–46,07 кг у.т./гол.

На основании энергоанализа процесса приготовления и раздачи кормов и навозоудаления на фермах и комплексах по производству молока обоснованы основные технологические приемы в направлении формирования энергосберегающих технологий приготовления и раздачи кормов и удаления навоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яковчик, Н. С. Экономические основы энергосбережения в животноводстве (теория, методология, практика) / Н. С. Яковчик, В. В. Валувев. – Барановичи, 1999. – 162 с.
2. Машины и оборудование в животноводстве: учебник / А. В. Китун [и др.]. – Киев, 2017. – 460 с.
3. Добыш, Г. Ф. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве: учебное пособие / Г. Ф. Добыш. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 343 с.
4. Мишуров, Н. П. Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоемкости производства молока / Н. П. Мишуров. – Москва: Росинформагротех, 2010. – 152 с.
5. Яковчик, Н. С. Энергоресурсосбережение в сельском хозяйстве / Н. С. Яковчик, А. М. Лапотко. – Барановичи, 1999. – 380 с.
6. Кива, А. А. Биоэнергетическая оценка и снижение энергоёмкости технологических процессов в животноводстве / А. А. Кива, В. М. Рабштына, В. И. Сотников. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 176 с.
7. Севернев, М. М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве / М. М. Севернев. – Москва: Колос, 1992. – 190 с.
8. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / Россельхозакадемия, ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ. – Москва, 1995. – 95 с.
9. Федоренко, И. Я. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» / И. Я. Федоренко, В. В. Садов. – СПб: Лань, 2012. – 296 с.