

Н.Н. ШМАТКО<sup>1</sup>, И.Я. ШМАТКО<sup>2</sup>, И.А. КОВАЛЕВСКИЙ<sup>1</sup>,  
Г.М. ТАТАРИНОВА<sup>1</sup>, А.А.СКАКУН<sup>3</sup>, З.М. НАГОРНАЯ<sup>1</sup>,  
Н.А. БАЛУЕВА<sup>1</sup>

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОВЯДИНЫ**

<sup>1</sup>РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»

**Введение.** По мере интенсификации и концентрации животноводства возникает множество проблем, связанных с удалением, обработкой, хранением и рациональным использованием огромных масс навоза. По своему воздействию на окружающую среду неочищенные стоки животноводческих комплексов относятся к отходам высшей категории вредности [1]. Проблема стала особенно острой в связи с распространением гидросмывного способа удаления навоза. Подсчитано, что при существующих технологиях производство 1 кг молока даёт 12 кг сточных вод, 1 кг мяса – 25 кг [2].

Выведение с ферм огромного количества навоза представляет само по себе сложную техническую задачу. Но наряду с техническими трудностями имеются и экономические. Большие затраты на строительство навозохранилищ и очистных сооружений сказываются на себестоимости сельскохозяйственной продукции [3].

Обобщение результатов научных исследований показало, что выбор технологий и технических средств для уборки навоза в хозяйствах, специализирующихся на производстве говядины, производится без учёта последующих затрат на его хранение и переработку, конкретных природно-климатических условий зоны расположения животноводческого предприятия, качественных характеристик исходного навоза и получаемых органических удобрений, т. е. отсутствует метод комплексной оценки, системы «навоз - органическое удобрение - поле» [4, 5].

Анализ динамики изменения основных показателей (удобрительная ценность, капитальные и эксплуатационные затраты, ущерб окружающей среде, возможная прибыль) наиболее распространённых технологий подготовки навоза к использованию показало, что хозяйства материально не заинтересованы в создании экологически безопасных технологий утилизации навоза. При существующих ценах на энергоресурсы, строительные материалы, технику и сельскохозяйственную

продукцию затраты на их создание не окупаются возможной прибылью от утилизации навоза [6]. Выход из сложившейся ситуации – внедрение энергосберегающих систем навозоудаления, переработки и внесения органических удобрений на поля.

Целью работы стала зоотехническая, зоогигиеническая, энергетическая и экономическая оценка существующих технологических решений систем навозоудаления из животноводческих помещений, переработки и внесения навоза на поля на различных комплексах по производству говядины.

**Материал и методика исследований.** Комплексная зоотехническая, зоогигиеническая, энергетическая и экономическая оценка технологических решений по удалению навоза из животноводческих помещений, его переработки и внесения на поля проводилась на комплексах по производству говядины в хозяйствах Брестской, Гродненской, Минской и Витебской областей. Основными критериями подбора служили объём производства, различия технологических решений по удалению навоза из животноводческих помещений, обработке, обеззараживанию, хранению и внесению навоза на поля.

В первой группе хозяйств изучались комплексы мощностью более 6 тысяч голов

1. В СПК «Остромечево» Брестского района, где содержится 8394 бычков на выращивании и откорме, их среднесуточный привес равен 1024 г и валовое производство продукта составляет 3124 т, применяется усовершенствованная самотечная система удаления навоза непрерывного действия. Хранение навоза происходит в отстойниках-накопителях, разделение на фракции – естественным способом, внесение осветлённых навозных стоков на поля осуществляется с помощью дождевальных установок типа «Bauer Raistar E-11» и ДД-50.

2. В СПК «Маяк коммуны» Оршанского района среднегодовое поголовье составляет 8135 голов, среднесуточный привес равен 746 г, произведено 2352 т говядины. Удаление навоза из помещений осуществляется за счёт самотечной системы непрерывного действия, обработка жидкого навоза – в цехе обезвоживания на центрифуге УОН-83 (мощностью 200 тыс. м<sup>3</sup> в год). Осветлённые навозные стоки вносятся на поля при помощи дождевальных установок или цистерн-разбрасывателей РЖТ-8, РЖТ-16, твёрдая фракция доставляется на поля тракторными прицепами типа ПТС-4, 2ПТС-4.

3. В ВРСУП «Заря и К» Волковысского района выращивается и откармливается 6986 бычков. Их среднесуточный прирост в 2007 году составил 934 г, валовой прирост – 2338 т. Удаление навоза из помещений осуществляется за счёт самотечной системы периодического действия, обработка жидкого навоза производится в цехе обезвоживания на инерционном наклонном виброгрохоте ГИЛ-52. Далее технология

хранения и внесения органического удобрения на поля такая, как и в СПК «Маяк коммуны».

Во второй группе хозяйств изучались 2 комплекса мощностью до 6 тысяч голов.

1. В РСУП «Слуцк» Слуцкого района в 2007 году содержалось 4945 бычков, их среднесуточный прирост был равен 1009 г, произведено валового продукта 1821 т. Удаление навоза из помещений комплекса осуществляется за счёт гидросмыва. Хранение навоза происходит в отстойниках-накопителях, разделение на фракции – естественным способом, внесение жидкой и твёрдой фракций на поля осуществляется с помощью мобильных средств.

2. В СПК «Демброво» Щучинского района среднегодовое поголовье составляет 4820 голов, среднесуточный привес – 898 г, произведено 1597 т говядины. Из 6-ти производственных помещений навоз убирается скреперными установками УС-15 в навозоприемники мощностью до 150 м<sup>3</sup>, затем с помощью цистерн разбрасывателей типа РЖТ вывозится на поля и вносится в почву.

В трёх зданиях, где содержатся бычки на откорме, применяется рециркуляционная система удаления навоза. Из прифермских навозохранилищ навоз поступает на площадки для компостирования, где смешивается с торфом и через 3-4 месяца вывозится и разбрасывается по полям.

Для энергетической оценки основных технологических процессов на комплексах по производству говядины использованы методические материалы [7, 8]. В качестве измерителя энергоёмкости принимались затраты энергии (Дж) с переводом в условное топливо (у.т.) в расчёте на голову скота и на 1 ц прироста по элементам затрат в производственных процессах.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Исследованиями установлено, что наличие остатков корма в бесподстилочном навозе снижает эксплуатационную надёжность не только сплавных, но и шиберных систем. Поэтому на комплексах «Заря и К», «Маяк коммуны», «Слуцк» имеют место значительные затраты ручного труда и огромный расход воды на удаление навоза. Так, ежедневный расход воды на удаление из животноводческих помещений навоза на 1 голову составляет: 28 л – при самотечно-сплавной системе периодического действия, 20 л – при самотечно-сплавной системе постоянного действия и 35,6 л – при гидросмыве. К основным причинам, снижающим эффективность самотечных систем, относятся: несоответствие выбранной системы или схемы уборки навоза технологии содержания животных, низкое качество выполнения строительно-монтажных работ и конструкций каналов, недостаточная герметизация выпускных затворов (шиберов), малая глубина (70 см) и большая длина (50 м) навозосбор-

ных каналов.

Наиболее эффективными и экономичными способами гидравлического удаления навоза является рециркуляционная и усовершенствованная самотечная система непрерывного действия (суточный расход питьевой воды на удаление навоза на 1 голову составляет соответственно 12,7 и 15,5 л) в СПК «Демброво» и СПК «Остромечево». Наименее водоёмким (ежедневный расход воды на удаление из животноводческих помещений навоза на 1 голову составляет 9 л) – процесс уборки навоза из помещений с помощью скреперных установок типа УС-250 на комплексе СПК «Демброво».

Резервы снижения энергоёмкости и повышения энергоотдачи неразрывно связаны с многовариантной оценкой технологических схем и технических средств внесения жидких органических удобрений на поля.

Из многообразия возможных технологических и технических вариантов мы проанализировали три, наиболее типичные в современной практике.

**1 вариант.** Внесение неразделённого навоза на поля осуществляется мобильными средствами РЖТ-8, МЖТ-10, РЖТ-16 по схеме: навозоприёмник (или прифермские навозохранилища) – цистерны с самозагрузкой – поле («Демброво»). Он предусматривает забор навозной массы непосредственно из навозоприёмника (или прифермских навозохранилищ) в цистерну-разбрасыватель с самозагрузкой и вывозом её на поля.

**2 вариант.** Внесение осветлённых навозных стоков с помощью земледельческих полей орошения (транспортировка стоков по трубам к месту внесения и распределение их по полю дождевальными установками типа «Bauer Raistar E-11» и ДД-30, ДД-50 и др.) осуществляется по схеме: полевые навозохранилища – насосная станция – трубопроводная сеть – дождевальная установка – поле. Такой способ транспортировки жидкого навоза применяется в СПК «Остромечево» и частично на комплексах «Заря и К», «Маяк коммуны».

**3 вариант.** Комбинированный способ транспортировки осветлённых стоков, предусматривающий применение гидротранспорта в сочетании с мобильными средствами, осуществляется по схеме № 1: прифермские навозохранилища – самозагружающиеся мобильные средства – полевые навозохранилища – самозагружающиеся мобильные средства – поле («Слук»), или по схеме № 2: прифермские навозохранилища – насосная станция – трубопроводная сеть – полевые навозохранилища – насосная станция – трубопроводная сеть – мобильные средства – поле («Заря и К», «Маяк коммуны»).

Анализ технико-экономических показателей различных технологических решений транспортировки и внесения жидкого навоза на поля

на комплексах по производству говядины показал, что при отсутствии станций для перекачивания осветлённых стоков на поля севооборота плечо перевозок мобильным транспортом возрастает до 5 км и более, что, в свою очередь, вызывает повышение расхода энергоносителей (таблица 1).

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели различных технологических решений транспортировки и внесения жидкого навоза на поля комплексов по производству говядины.

Варианты транспортировки и внесения жидкого навоза на поля	Объект исследований	Затраты труда, чел.-ч/т	Расход энергоносителя на 1 тонну привеса		Расход металла, кг/т
			электроэнергия, кВт-ч/т	ГСМ, кг/т	
1 вариант	«Демброво» (УС- 15)	20,0	36,6	96,3	16,6
2 вариант.	«Остромечеве»	4,8	30,5	8,0	3,8
2 и 3 вариант	«Маяк коммуны»	13,8	36,0	11,6	8,4
2 и 3 вариант	«Заря и К»	12,6	31,2	9,4	21,2
3 вариант	«Слуцк»	22,2	33,8	44,9	66,1

Так, проведённый анализ производственной деятельности СПК «Слуцк» показал, что в 2007 году выход экскрементов на комплексе со среднегодовым поголовьем 4945 составил 106812 т, в т. ч. 75108 м<sup>3</sup> осветлённых стоков. На вывозку навоза на расстояние свыше 5 км потребуется 81,8 т ГСМ, или 44,9 л на 1 т привеса. Затраты труда составили 22,2 чел.-ч/т, расход металла – 66,1 кг/т. Поэтому прямоточная схема внесения жидких органических удобрений (дождевание) по энергозатратам предпочтительнее перегрузочных на расстояние до 3-5 км.

Применение в «Остромечеве» прямоточной схемы внесения жидких органических удобрений на поля позволяет снизить расход топлива в сравнении с СПК «Слуцк» в 5,6 раз. Затраты труда на удаление 1 тонны осветлённых навозных стоков с помощью закрытой оросительной сети стационарных и сборных трубопроводов в «Остромечеве» составили 4,8 чел.-ч/т привеса, расход металла – 3,8 кг/т, или в 4,2 и 4,4 раза меньше, чем заборе неразделённой навозной массы непосредственно из навозоприемника («Демброво»). Однако применение данной схемы внесения жидких органических удобрений в период вегетации сельскохозяйственных растений требует тщательного приготовления навоза (разделение и разбавление жидкой фракции при поливе сельскохозяйственных культур в период вегетации достаточным количеством воды до 1:3 раз).

В хозяйствах «Маяк коммуны» и «Заря и К» использование пнев-

матического оборудования для транспортировки от прифермских навозохранилищ до полевых с дальностью транспортирования до 2-3 км, а также передвижных дождевальных установок типа «Bauer Raistar E-11» и ДД-50, ДД-70 позволило по сравнению с СПК «Слуцк» сократить горюче-смазочные материалы в 3,9-4,8 раза и снизить затраты труда в 1,6 и 1,8 раз.

В настоящее время в республике функционирует несколько вариантов использования твердого навоза. В СПК «Демброво» навоз из прифермских навозохранилищ при помощи мобильных средств вывозят на площадки для компостирования и укладывают в бурты в смеси с торфом, выдерживают его в течение 3-4 месяцев (биотермическое обеззараживание), после чего компост вывозится и разбрасывается по полям. Данный метод использования твёрдого навоза более энергоёмок, нежели другие методы. Так, затраты труда на приготовление и внесение 1 тонны компоста в данном хозяйстве составляют 13,2 чел.-ч/т привеса, расход горючесмазочных материалов – 62,1 кг/т, или в 2,1 и 1,2-1,3 раза больше, чем в хозяйствах «Маяк коммуны» и «Заря и К», где после цеха разделения на фракции обезвоженный навоз вывозят на площадки и укладывают в бурты без добавления торфа или соломы (таблица 2).

Таблица 2 – Техничко-экономические показатели по транспортировке и внесению твёрдого навоза на поля комплексов по производству говядины.

Объект исследований	Затраты труда, чел.-ч/т	Расход ГСМ на 1 голову, кг/т	Расход металла, кг/т
«Маяк коммуны»	6,6	42,6	48,9
«Заря и К»	6,4	47,6	50,8
«Демброво» (рециркуляция)	13,2	62,1	88,8
«Остромечево»	5,6	30,6	46,1
«Слуцк»	5,8	32,1	46,5

В СПК «Слуцк» и «Остромечево» навоз 2 раза в год грузится и вывозится на поля непосредственно из навозохранилищ, поэтому энергозатраты и затраты труда здесь минимальны. Наименее экономичны технологии с компостированием навоза («Демброво», «Заря и К», «Маяк коммуны»). Это объясняется дополнительными затратами на транспортировку, погрузку, хранение и вывозку компоста на поля.

Из данных таблицы 3 видно, что процесс уборки навоза гидросмывом с перекачкой его специальными насосами для жидкого навоза (ти-

па НЖН-200 и др.) в прифермские навозохранилища и вывозом его на поля или полевые жижеохранилища с помощью цистерн-разбрасывателей РЖТ-8, МЖТ-10, агрегируемых с тракторами Т-150К и К-700, является наиболее энергоёмким. Поэтому полные затраты энергии на 1 голову скота на комплексе «Слуцк» составляют 209 кг у. т, что по сравнению с уборкой навоза скреперными установками УС-15 в СПК «Демброво» выше в 1,9 раз.

Таблица 3 – Совокупные затраты энергии при различных технологических решениях уборки навоза, его переработки и внесения на поля, кг у. т./гол

Показатели	Название хозяйств					
	«Остромечеве»	«Маяк коммуны»	«Демброво» (рециркуляция)	«Слуцк»	«Заря и К»	«Демброво» (УС-15)
Прямые затраты энергии	92	98	76	125	109	52
Энергоёмкость энергоносителей	27	39	20	39	34	24
Энергоёмкость средств механизации	26	28	21	36	27	23
Энергоёмкость очистных сооружений и навозохранилищ	1	2	1	2	2	1
Затраты энергии живого труда	6	8	5	8	7	11
Полные затраты энергии	152	175	121	209	179	112

На комплексах в зависимости от системы удаления, переработки и внесения навоза суммарные денежные затраты на топливо-энергетические ресурсы (стоимость электроэнергии, горюче-смазочных материалов и заработной платы обслуживающему персоналу) составили: в СПК «Слуцк» – 74407 руб. на 1 голову, в ВРСУП «Заря и К» – 62120, в СПК «Маяк коммуны» – 60940, в СПК «Остромечеве» – 46879, СПК «Демброво» – 55077 (механическая система) и 38745 (рециркуляция). Таким образом, применение усовершенствованной самотечно-сплавной непрерывного действия и рециркуляционной систем навозоудаления позволили снизить затраты денежных средств по сравнению с гидросмывом на 27528 и 38745 рублей на 1 голову.

**Заключение.** На крупных комплексах по производству говядины

ежедневный расход воды на удаление навоза из животноводческих помещений зависит от выбора системы навозоудаления. Наиболее водоёмкой системой удаления навоза является гидросмыв (35,6 л воды), наименее водоёмкой – комбинированная и рециркуляционная системы (16,5 и 12,7 л воды).

Применение комбинированной или комбинированной и рециркуляционной систем удаления навоза из животноводческих помещений, а также использование для разделения жидкого навоза на твёрдую и жидкую фракции компактных фильтрующих установок типа УОН-83 или ЦН-Ф-80 и транспортировка осветлённой фракции на сельскохозяйственные поля орошения при помощи пневматических установок позволяет уменьшить потребление питьевой воды в 2,1-2,8 раз, сократить затраты энергии на 57-88 кг у.т. на голову в год и обеспечивает экономию денежных средств от 27528 до 83745 руб. на голову.

#### Литература

1. Гигиеническая оценка состояния окружающей среды в районе размещения крупных животноводческих комплексов / А. П. Русаев [и др.] // Гигиена и санитария. – 1982. – № 10. – С. 6-10.
2. Тиво, П. Ф. Эффективно использовать бесподстилочный навоз / П. Ф. Тиво // Агропанорама. – 2005. – № 5. – С. 27-30.
3. Плященко, С. И. Концепция экологически безопасных технологий в животноводстве / С. И. Плященко // Экологизация интенсивных технологий в растениеводстве и животноводстве : материалы Президиума ЗРО ВАСХНИИЛ. – Горки, 1990. – С. 27-38.
4. Баранников, В. Д. Охрана окружающей среды в зоне промышленного животноводства / В. Д. Баранников. – М. : Россельхозиздат, 1985. – 116 с.
5. Свитин, В. А. Исследование экологически допустимого уровня концентрации животноводства / В. А. Свитин // Экономические вопросы развития сельского хозяйства БССР : сб. науч. тр. / БНИИЭ. – Минск, 1991. – Т. 21. – С. 116-124; Труды ВИМ. – М. : АИМ, 2002. – Т. 142, ч. 2. – С. 113-115.
6. Киеня, Е. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2006-2010 годы и направления ее реализации в аграрном секторе / Е. Киеня // Аграрная экономика. – 2006. – № 12. – С. 5-10.
7. Кива, А. А. Биоэнергетическая оценка и снижение энергоёмкости технологических процессов в животноводстве / А. А. Кива, В. М. Рабштына, В. И. Сотников. – М. : Агропромиздат, 1990. – 176 с.
8. Временная методика энергетического анализа в сельскохозяйственном производстве / рахр. : М. М. Севернев, В. А. Колос, В. Н. Дашков. – Минск, 1991. – 126 с.

(поступила 25.02.2009 г.)