

$\delta_2 = (1,5 \div 2,5)\beta$ . Положение угла, определяющего защемленный объем воздуха, составляет  $\delta_3 = (0,5 \div 1,0)\beta$ .

05.07.13

### Литература

1. Ротационные компрессоры / Под ред. А.Г. Головинцова. – М.: Машиностроение, 1964. – 315 с.
2. Тетерюков, В.И. Ротационные вакуум-насосы и компрессоры с жидкостным поршнем / В.И. Тетерюков. – М.: Машгиз, 1960. – 251 с.: ил.

УДК 621.65

**М.И. Латушко, А.Ю. Башко**  
(УО «БГАТУ»,  
г. Минск, Республика Беларусь)

**Ю.А. Башко**  
(РУП «НПЦ НАН Беларуси по  
механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь)

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕГО НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА**

### Введение

Животноводство – одна из ведущих отраслей, обладающих высоким экспортным потенциалом, которая является основным поставщиком продовольствия на рынке Республики Беларусь.

Наиболее трудоемкой и ресурсоемкой вспомогательной операцией в процессе производства животноводческой продукции, оказывающей прямое влияние на ее качество, является навозоудаление. В общей структуре затрат труда на производство единицы продукции удаление навоза по величине трудозатрат находится на уровне основных технологических операций.

Рентабельное использование навоза начинается с правильно спроектированной и управляемой системы навозоудаления. От эффективной работы системы навозоудаления зависит санитарное состояние и ветеринарное благополучие ферм и комплексов, состояние здоровья животных, их продуктивность и качество продукции. Основными, определяющими качество и эффективность работы системы навозоудаления, являются технологические процессы удаления бесподстилочного навоза из помещений для содержания и транспортирования из приемников-накопителей, навозосборников к местам хранения и переработки навоза.

Мировой опыт показывает, что развитие механизации этих процесса ведется в направлении использования оборудования для перекачки на базе центробежных насосов либо насосов-смесителей.

В настоящее время в республике осваивается выпуск импортозамещающего насосного оборудования для перекачки бесподстилочного

навоза на животноводческих фермах и комплексах. В связи с этим вопрос определения эффективности его применения с учетом основных эксплуатационно-технологических характеристик оборудования является актуальным.

### **Основная часть**

Комплексная система навозоудаления должна обеспечивать механизацию следующих технологических процессов:

- удаление навоза с мест дефекации животных и из помещений;
- транспортирование из приемников-накопителей, навозосборников к местам хранения и переработки навоза;
- хранение, переработка навоза и подготовка к использованию.

Все эти процессы – звенья одной технологической цепи, соединенные между собой неразрывными связями. Поэтому одним из основных требований, которое необходимо соблюдать при проектировании, реконструкции системы навозоудаления и разработке средств механизации одного из перечисленных выше технологических процессов, является возможность механизации остальных процессов. При этом выполнение нескольких технологических операций одним высокопроизводительным техническим средством позволяет снизить удельные показатели выполнения технологического процесса.

С учетом этого механизация технологических процессов удаления навоза из помещений, транспортирования из приемников-накопителей, навозосборников к местам хранения и переработки навоза развивается в направлении усовершенствования конструкции и применения для этих целей насосного оборудования.

Практика применения такого оборудования в европейских странах с развитым животноводством показывает, что наиболее широкое распространение нашли донные погружные насосы-смесители центробежного типа с вертикальным расположением вала. По конструктивному исполнению производятся насосы с верхним и нижним всасыванием (затяжкой) навозной массы, литым или сварным корпусом (улиткой), а также с погружным либо поверхностным электроприводом или приводом от ВОМ трактора.

Поставка насосов на рынок Европы осуществляется следующими фирмами: «FAN Separator», «Duraumat» (Германия), «Stallkamp», «Pomot» (Польша), «CDR» (Франция), «Joz» (Голландия) и др.

Наряду с преимуществами импортного насосного оборудования: возможностью совмещения технологических операций перемешивания и транспортирования бесподстилочного навоза, а также измельчения при этом растительных, солоmistых включений, созданием высокого напора, позволяющего транспортировать массу с высокой производительностью на значительные расстояния, необходимо отметить его вы-

сокую стоимость – более 10 000 евро. Кроме того, опыт эксплуатации центробежных насосов, имеющих литой корпус (улитку), на животноводческих фермах и комплексах нашей республики показал, что они имеют низкую надежность выполнения технологического процесса, так как корпус подвержен механическим повреждениям при попадании инородных предметов.

С учетом рассмотренных преимуществ и недостатков в республике создано импортозамещающее оборудование для перекачки бесподстилочного навоза на животноводческих фермах и комплексах, адаптированное к условиям сельскохозяйственного производства.

Благодаря совмещению технологических операций измельчения, перемешивания и перекачивания, насосное оборудование по своим функционально-технологическим возможностям не уступает лучшим зарубежным аналогам и обладает существенным преимуществом перед конструкциями центробежных насосов, которые могут выполнять только одну определенную технологическую операцию.

В республике выпускается два вида импортозамещающих донных погружных насосов-смесителей центробежного типа с вертикальным расположением вала, нижним всасыванием (затяжкой) навозной массы и поверхностным электроприводом. Их отличительной конструктивной особенностью является исполнение корпуса (улитки) и приводного вала.

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с ОАО «Завод «Промбурвод» разработан агрегат АПН-300 для перекачки бесподстилочного навоза, имеющий сварную конструкцию корпуса (улитки) и открытый приводной вал.

Агрегат перекачки навоза с измельчающими и самоочищающимися механизмами и длинным валом предназначен для перемешивания (гомогенизации) и выкачивания бесподстилочного полужидкого и жидкого навоза из приемников-накопителей и навозохранилищ на животноводческих фермах и комплексах.

Агрегат может использоваться как в качестве отдельного изделия, так и в качестве составной части технологических линий для перекачки бесподстилочного полужидкого и жидкого навоза, а также жидкостей со строительным шламом, для осушения траншей, котлованов, откачки фекальных жидкостей, жидкого торфа, ила и пр. Широкая гамма выпускаемых агрегатов АПН-300 позволяет использовать их в приемниках-накопителях и навозохранилищах глубиной от 2,0 до 5,0 метров.

Для удобства эксплуатации предусмотрено реверсивное движение вала привода насоса.

Два опытных образца агрегата АПН-300 прошли приемочные испытания в различных условиях эксплуатации, один – в составе оборудования для утилизации бесподстилочного навоза ОУН-1-2 (разработчик – РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства») в ус-

ловиях молочно-товарного комплекса СПК «Им. Кутузова» Новогрудского района [1], а второй – в составе оборудования для перекачки полужидкого навоза в условиях свиноводческого комплекса СПК «Большевик-Агро» Солигорского района [2]. Оба успешно эксплуатируются по месту проведения испытаний.

Испытания показали, что агрегаты удовлетворительно, в соответствии с требованиями назначения, выполняют технологический процесс на бесподстилочном навозе влажностью не менее 80 %. При работе оборудования в период испытаний нарушений технологического процесса не зафиксировано, коэффициент надежности выполнения технологического процесса – 1,0.

Эксплуатационно-технологические характеристики агрегата АПН-300, полученные по результатам приемочных испытаний, приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Основные эксплуатационно-технологические характеристики насосного оборудования

Наименование показателя	Производитель, модель насосного оборудования		
	ОАО «Завод «Промбурвод» (Республика Беларусь) АПН-300	ОАО «ВМЗ» (Республика Беларусь) УН-10	«Joz» (Голландия) ER3-E
Тип	стационарный		
Электропривод	поверхностный		
Производительность, $m^3/ч$	301	300	300
Номинальный напор, $m$	51,8	22,0	50,0
Потребляемая мощность, $kBm$	20,44	18,50	22,0
Расход электроэнергии, $kBm \cdot ч/m^3$	0,06	0,06	0,06

На их основе предприятием-изготовителем ОАО «Завод «Промбурвод» освоен в производстве типоразмерный ряд агрегатов перекачки навоза для глубины погружения (глубины резервуара) от 2 до 5 метров с кратностью 0,25  $m$  производительностью от 100 до 300  $m^3/ч$  при 5-метровой высоте нагнетания. Агрегаты предлагаются с напорной трубой 5 и 6 дюймов, мощностью электропривода 7,5, 11, 15, 18,5 и 22  $kBm$ . Агрегаты АПН обрабатывают и перекачивают навоз с приемников-накопителей в навозохранилища на расстояние 150...450  $m$  с поднятием до 10  $m$ .

ОАО «Волковысский машиностроительный завод» на основе центробежного насоса типа ER3-E фирмы «Joz» (Голландия) с использованием импортной комплектации производит импортозамещающие установки насосные фекальные УН-10 с боковым отводом (перекачивание в сторону), предназначенные для удаления жидкого навоза из навозосборников животноводческих помещений.

Установка представляет собой стационарный агрегат с центробежным рабочим органом и измельчающим устройством на входе, имеющий литую конструкцию корпуса (улитки) с нанесенным специальным покрытием с внутренней стороны, и приводной вал, вращающийся в ванне рапсового масла.

С помощью крана и дюзы установка предусматривает два режима работы: режим перемешивания жидкого навоза (гомогенизации) и режим перекачки.

Эксплуатационно-технологические характеристики оборудования УН-10 по информации предприятия-производителя [3] приведены в таблице 15.

На вновь строящихся молочно-товарных фермах и комплексах также нашло широкое применение оригинальное оборудование на основе фекального насоса типа ER3-E фирмы «Joz» (Голландия), поставляемое в республику.

Эксплуатационно-технологические характеристики насосного оборудования ER3-E по данным поставщика оборудования [4] приведены в таблице 15.

В настоящее время на реконструируемых и вновь строящихся животноводческих фермах и комплексах республики эксплуатируется более ста единиц импортного и замещающего его отечественного насосного оборудования такого типа.

Рассмотрим вопрос эффективности его применения с учетом основных эксплуатационно-технологических характеристик, полученных по результатам испытаний и освоения в производстве.

Определение эффективности импортозамещающего насосного оборудования выполним путем расчета экономических показателей согласно действующим нормативным документам [5].

Для расчета возьмем однотипное импортозамещающее насосное оборудование АПН-300, УН-10, поставляемое на рынок республики в варианте максимальной отечественной комплектации, и базовый вариант.

В качестве базового варианта примем широко распространенный в животноводческой отрасли республики импортный фекальный насос типа ER3-E фирмы «Joz» (Голландия).

В расчет принимаем годовую нормативную наработку согласно действующим нормативным документам [6].

Балансовую цену оборудования определяем с учетом уровня цен производителей и поставщиков насосного оборудования, сложившегося на момент проведения расчетов.

В качестве исходных данных для определения экономических показателей воспользуемся основными эксплуатационно-технологическими характеристиками (см. таблицу 15). Исходные данные и результаты расчета экономических показателей представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Исходные данные и результаты расчета экономических показателей

Наименование показателей	Значение показателей		
<i>Исходные данные</i>			
<b>Марка</b>	<b>АПН-300</b>	<b>УН-10</b>	<b>ER3-E</b>
Обслуживающий персонал, чел.	1	1	1
Производительность, м <sup>3</sup> /ч, не менее сменного времени	258,86	258	258
эксплуатационного времени	240,8	240	240
Расход электроэнергии, кВт·ч/м <sup>3</sup>	0,06	0,06	0,06
Годовая фактическая загрузка, ч	300	300	300
Годовой объем работы, м <sup>3</sup>	72240	72000	72000
Балансовая цена, тыс. руб.	67000	100000	165000
Коэффициент отчислений на:			
амортизацию	0,25	0,25	0,25
ремонт и техническое обслуживание	0,036	0,036	0,036
Нормированный коэффициент капитальных вложений	0,2	0,2	0,2
<i>Расчетные данные</i>			
Себестоимость механизированных работ, тыс. руб./м <sup>3</sup> :			
зарплата	0,0572	0,0574	0,0574
амортизация	0,2319	0,3472	0,5729
ремонт и техническое обслуживание	0,0334	0,05	0,0825
электроэнергия	0,0218	0,0218	0,0218
ВСЕГО	0,3443	0,4764	0,7346
Удельные капитальные вложения, тыс. руб./м <sup>3</sup>	0,1855	0,2778	0,4583
Приведенные затраты, тыс. руб./м <sup>3</sup>	0,3814	0,532	0,8263

На основании исходных и полученных расчетных данных (таблица 16) в соответствии с методикой [5] выполним расчет показателей сравнительной экономической эффективности. Показатели сравнительной экономической эффективности представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Показатели сравнительной экономической эффективности

Наименование показателей	АПН-300	УН-10	ER3-E
Годовой приведенный экономический эффект, тыс. руб.	31229,4	21189,6	–
Годовая экономия себестоимости механизированных работ, тыс. руб.	28195,3	18590,4	–
Степень снижения себестоимости механизированных работ, %	53,13	35,15	–
Степень снижения удельных капитальных вложений, %	59,52	30,96	–
Срок окупаемости абсолютных капиталовложений, лет	2,37	5,38	–
Капитализированная стоимость новой техники, тыс. руб.	136396,6	147088	–
Балансовая цена, тыс. руб.	67000	100000	165000

Расчетные данные (таблица 17) подтверждают экономическую эффективность применения в республике импортозамещающего насосного оборудования.

Анализ результатов расчета экономической эффективности (таблица 17) показывает, что насосное оборудование с максимальной отечественной комплектацией имеет наибольший годовой приведенный эффект, при этом срок окупаемости составит 2,37 года.

Исследованиями установлено: чем меньше импортных составляющих используется при производстве насосных агрегатов, тем выше экономическая эффективность их применения.

### **Выводы**

Более половины животноводческих объектов республики требует обновления технологических процессов, в том числе – навозоудаления, что возможно лишь при использовании современного насосного оборудования. При этом не все сельскохозяйственные предприятия обладают достаточным количеством ресурсов на приобретение и эксплуатацию дорогостоящего импортного оборудования.

Следует отметить, что отечественные поставщики насосного оборудования имеют возможность производить продукцию, аналогичную импортной, с более низкой ценой и, как показывают результаты испытаний, практически не уступающую по качеству выполнения технологического процесса. При этом использование максимальной отечественной комплектации агрегатов позволяет достичь наибольшего экономического эффекта, а также существенно снизить срок окупаемости абсолютных капиталовложений.

*15.08.13*

### **Литература**

1. Протокол № 085 Б 1/4–2010 приемочных испытаний опытного образца оборудования для утилизации бесподстилочного навоза на молочно-товарных фермах ОУН-1-2 / ИЦ ГУ «Белорусская МИС». – Привольный, 2010 – 68 с.
2. Протокол № 063Д1/4–2010 приемочных испытаний агрегата перекачки жидкого навоза АПН6-300-3,75 / ИЦ ГУ «Белорусская МИС». – Привольный, 2010.
3. Установка насосная фекальная УН-10 // ОАО «Волковысский машиностроительный завод» [Электронный ресурс]. – Волковыск, 2013. – Режим доступа: [http://www.volzlo.com/production/selskohozhajstvennoe\\_oborudovanie/pump-muck/130](http://www.volzlo.com/production/selskohozhajstvennoe_oborudovanie/pump-muck/130). – Дата доступа: 10.07.2013.
4. УП «СоюзИнвестСтрой» [Электронный ресурс]. – Минск, 2013. – Режим доступа: <http://1sis.deal.by>. – Дата доступа: 10.07.2013.
5. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки: ТПК 151–2008 (02150) (ОСТ 10.2.18–2001). – Минск, 2001. – 32 с.
6. Техника сельскохозяйственная. Показатели надежности: СТБ 1616–2011. – Введ. 01.01.2012. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2012. – 20 с.