

УДК 621.929:636(476)

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА

А.В. Китун,

зав. каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

И.М. Швед,

ст. преподаватель каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ

*Проблема утилизации и переработки навоза в качественное органическое удобрение является актуальной задачей, с которой сталкиваются сельскохозяйственные организации на фермах и комплексах. Данную проблему возможно решить посредством внедрения высокотехнологичных линий и цехов по переработке навоза. В статье приведен расчет экономической эффективности миксера при диспергировании жидкого навоза в закрытых навозохранилищах.*

**Ключевые слова:** миксер, лопасть, мешалка, исследования, стоимость, экономическая эффективность.

*The problem of utilization and processing of manure in high-quality organic fertilizer is an urgent task with which agricultural organizations are facing on farms and complexes. This problem can be solved through the introduction of high-tech lines and workshops for manure processing. The article gives the calculation of the economical efficiency of a mixer when dispersing liquid manure in closed manure stores.*

**Keywords:** mixer, vane, mixer, research, cost, economic efficiency.

### Введение

В Республике Беларусь действует более 200 животноводческих комплексов по производству молока, говядины и свинины. Общий годовой выход экскрементов при работе комплексов составляет 39,4 млн тонн, из которых 12,2 млн тонн – жидкий навоз [1].

Развитие отрасли животноводства невозможно без внедрения в производство новых технологий и технических средств, позволяющих уменьшить затраты материальных и энергетических ресурсов. Оборудование, применяемое в технологических линиях по переработке навоза, является наиболее энергоёмким. В состав оборудования таких линий входят установки для перемешивания, перекачки и разделения жидкого навоза на фракции. Основным оборудованием для перемешивания жидкого навоза являются миксеры.

Анализ известных конструкций миксеров установил, что до настоящего времени отсутствуют обоснования рациональных параметров их рабочих органов и режимов работы. Поэтому поиск решений этих задач, обеспечивающих снижение эксплуатационных расходов и энергозатрат на технологический процесс диспергирования жидкого навоза и повышение степени однородности перемешивания перед его дальнейшим использованием, является актуальным.

Целью данной работы является изучение путей совершенствования процесса диспергирования жидкого навоза миксером в закрытых навозохранилищах.

### Основная часть

Миксер для навоза представляет собой установку, на валу которой установлена лопастная мешалка для диспергирования жидкого навоза (рис. 1).

Мешалка миксера для навоза разработана с учетом результатов выполненных исследований и изготовлена на базе погружного миксера.

В ходе исследований было установлено, что в известных конструкциях лопастных мешалок в процессе диспергирования навозной массы она налипает на фронтальную поверхность лопасти, что впоследствии приводит к ее неравномерному распределению по всей рабочей поверхности мешалки. Указанный недостаток также сопровождается рядом отрицательных явлений:

- неравномерное и неполное использование рабочей поверхности лопасти, что снижает эффективность технологического процесса, уменьшает возможность повышения производительности, ухудшает однородность жидкого навоза;
- неравномерная нагрузка на поверхности лопасти приводит к их неодинаковому износу, что нарушает балансировку мешалки на валу и снижает долговечность ее и машины в целом.

Корпус миксера, планетарный редуктор, крон-

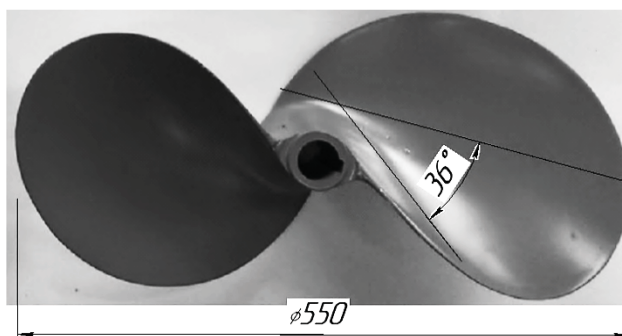


Рис. 1. Мешалка миксера для навоза

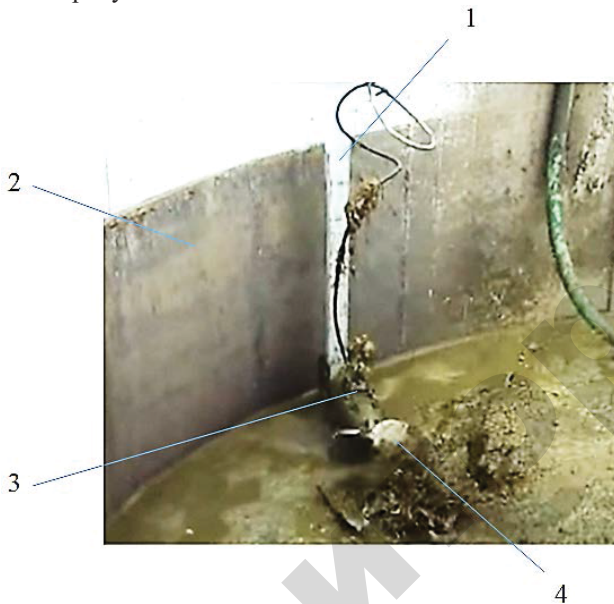
штейн крепления и вал лопастной мешалки использованы без изменения. Конструктивные изменения заключаются в следующем:

- диаметр и угол подъема винтовой линии лопастей мешалки миксера выполнены с учетом результатов исследований и составляют 550 мм и 36 градусов соответственно, что позволило увеличить площадь рабочей поверхности лопасти и производительность миксера в целом;

- принято рациональное количество лопастей мешалки, которая работает в жидком навозе с влажностью не менее 88 %;

- предложенный угол подъема винтовой линии позволяет без дополнительного устройства устранить налипание навоза на лопастях мешалки посредством воздействия на него центробежной силы и силы тяжести.

Модернизированный миксер в процессе его работы в цилиндрическом навозохранилище представлен на рисунке 2.



*Рис. 2. Миксер для навоза:  
1 – стойка; 2 – навозохранилище; 3 – миксер;  
4 – мешалка*

Миксер для навоза состоит из герметичного корпуса, внутри которого установлен электродвигатель, передающий вращение через редуктор на вал мешалки. Для равномерного диспергирования слоев жидкого навоза миксер перемещают в навозохранилище по стойке с помощью лебедки. Диспергирование осуществляется лопастной мешалкой. Для более равномерного диспергирования слоев жидкого навоза миксер можно перемещать в вертикальной плоскости.

Разработанная мешалка обеспечивает равномерное диспергирование жидкого навоза с влажностью не менее 88 % до однородного состояния [2, 3]. Отклонение распределения размера частиц между слоями составляет не более 2 %.

Миксер для навоза работает следующим образом. При вращении лопасти мешалки захватывают навозную массу и перемещают ее, внедряя в массу илестые отложения, осевшие за время хранения. Одновременно с этим часть жидкого навоза перемещается по лопасти винта в радиальном направлении, внедряясь в верхние и нижние слои хранящейся навозной массы.

Поскольку верхний коркообразный слой жидкого навоза трудноразрушаемый, то миксер поднимают на верхние уровни навозохранилища лебедкой и изменяют угол относительно вертикальной плоскости, направляя таким образом поток жидкого навоза в верхние слои навозной массы и разрушая образовавшуюся за время хранения корку.

Перемешанный до однородного состояния жидкий навоз пригоден для дальнейшей транспортировки его к месту утилизации или переработки.

Для определения экономической эффективности миксера, выполним расчет технологических показателей. Расчет технологических показателей рассмотрим на предлагаемом модернизированном миксере для навоза FAN MSX 5,5 (индекс 1), производительностью не менее 1746 м<sup>3</sup>/ч. Установленная мощность электродвигателя на предлагаемом модернизированном миксере равна 5,4 кВт. Сравним ее с установленной мощностью серийно выпускаемого миксера (индекс 2) производительностью не менее 1500 м<sup>3</sup>/ч. Установленная мощность электродвигателя серийного миксера составляет 5,5 кВт.

Число часов работы агрегата в сутки на данной операции рассчитываем по формуле:

$$t_{\text{м сут}} = \frac{V_{\text{сут}}}{Q_{\text{маш}}}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{сут}}$  – суточный объем жидкого навоза, м<sup>3</sup> ( $V_{\text{сут}} = 2984 \text{ м}^3$ );

$Q_{\text{маш}}$  – производительность миксера, м<sup>3</sup>/ч.

Тогда  $t_{\text{м сут}}$  для модернизированного и серийного миксера соответственно будет  $t_{\text{м сут}1} = 1,71 \text{ ч.}$  и  $t_{\text{м сут}2} = 1,98 \text{ ч.}$

Число часов работы агрегата в год на данной операции рассчитываем по формуле:

$$T_{\text{м год}} = t_{\text{м сут}} \cdot D_p, \quad (2)$$

где  $D_p$  – количество дней работы агрегата,  $D_p = 180$  дней.

Тогда  $T_{\text{м год}}$  для модернизированного и серийного миксера соответственно будет  $T_{\text{м год}1} = 307,8 \text{ ч.}$  и  $T_{\text{м год}2} = 358,02 \text{ ч.}$

Расход электроэнергии определяется по формуле:

$$W = N \cdot T_{\text{м год}}, \quad (3)$$

где  $N$  – мощность установки, кВт.

Приведенный расчет показал, что  $W_1 = 1662,12 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$  и  $W_2 = 1969,11 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

Тогда стоимость электроэнергии определится из выражения:

$$C_3 = W \cdot T_n, \quad (4)$$

где  $T_n$  – тариф на электроэнергию за 1 кВт·ч, руб. ( $T_n = 0,19$  руб.).

Дальнейший расчет экономической эффективности проведем согласно ГОСТ 23728–88 «Основные положения и показатели экономической оценки» [4], ГОСТ 23729–88 «Методы экономической оценки специализированных машин» [5], ГОСТ 23730–88 «Методы экономической оценки универсальных машин и технологических комплексов» [6].

Капитальные вложения исчислялись на основании балансовой стоимости миксера для навоза. В стоимости производства учтены расходы на изготовление установки и изготовление мешалки.

Модернизированный миксер для навоза позволяет уменьшить число машин для рассматриваемого технологического процесса и увеличить загрузку его в течение рабочей смены.

Для доставки жидкого навоза в навозохранилище привлекаются машины для внесения жидких органических удобрений, а также насосы для транспортировки жидкого навоза по трубам, что позволяет уменьшить наименование зарезервированных транспортных средств в пределах сельскохозяйственного предприятия. Предложенная модернизация лопастной мешалки снижает энергоемкость процесса диспергирования жидкого навоза в закрытых навозохранилищах и обеспечивает его перемешивание до однородного состояния.

Согласно произведенному расчету, годовой экономический эффект от внедрения модернизированной мешалки составит 16056 руб. (в ценах по состоянию на 01.01.2017 г.), срок окупаемости – 0,1 года.

В результате расчетов получены основные экономические показатели от реализации миксера для навоза, представленные в таблице 1.

**Таблица 1. Экономические показатели от реализации миксера для навоза**

Показатели	Серийная установка	Модернизированная установка
Стоимость оборудования, руб.	7000	7990
Энергозатраты, руб.	374,13	315,8
Эксплуатационные расходы, тыс. руб.	118,805	102,769
Приведенные затраты, руб./м <sup>3</sup>	0,22	0,19

Анализ таблицы 1 показал, что при внедрении модернизированной мешалки, эксплуатационные расходы и энергозатраты на процесс диспергирования

жидкого навоза в закрытых навозохранилищах уменьшаются.

### Заключение

Проведенные вычисления по методике расчета экономической эффективности миксера для навоза подтверждают возможность практической реализации предложенной мешалки миксера.

Экономический эффект от внедрения модернизированной мешалки миксера составил 16 056 руб. (в ценах 2017 г.). Использование миксера позволило снизить энергоемкость процесса диспергирования навоза на 12 %.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самосюк, В.Г. Биогазовые технологии в Беларуси: состояние и перспективы / В.Г. Самосюк, Н.Ф. Капустин, А.Н. Басаревский // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомст. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2011. – Вып. 45 – С. 234-240.
2. Гомогенизатор для навоза: пат. 7700 Респ. Беларусь, МПК А 01С 3/00 / А.В. Китун, И.М. Швед, В.И. Передня; заяв. БГАТУ. – № у 20110318; заявл. 21.04.2011; опубл. 30.10.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 5. – С. 202-203.
3. Гомогенизатор для навоза: пат. 7905 Респ. Беларусь, МПК А 01С 3/00 / Д.Ф. Кольга, И.М. Швед, В.С. Сыманович; заяв. БГАТУ. – № у 20110491; заявл. 17.06.2011; опубл. 28.02.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1. – С. 191.
4. Техника сельскохозяйственная. Основные положения и показатели экономической оценки: ГОСТ 23728–88. – Введ. 01.01.89. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 3 с.
5. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки специализированной техники: ГОСТ 23729–88. – Введ. 01.01.89. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 9 с.
6. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки универсальных машин и технических комплексов: ГОСТ 23730–88. – Введ. 01.01.89. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 13 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 05.02.2018