

Китун А.В.¹,
Швед И.М.¹,
Мельник В.И.²

¹ Учреждение образования
«Белорусский государственный
аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

² Харьковский национальный
технический университет
сельского хозяйства
имени Петра Василенка
г. Харьков, Украина

E-mail: victor_melnik@ukr.net

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МИКСЕРА НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА

УДК 621.929:636(476)

Наиболее острой проблемой в животноводстве является повышение заболеваемости животных и охрана окружающей среды от загрязнения воздушными выбросами и навозными стоками. Утилизация и переработка жидкого навоза является одной из основных проблем, с которой сталкиваются на животноводческих фермах и комплексах, при использовании гидравлического способа уборки навоза. В статье приведены исследования процесса перемешивания жидкого навоза в закрытых навозохранилищах.

Ключевые слова: миксер, лопасть, исследования, навоз, коэффициент неоднородности, энергоемкость.

Введение. В Республике Беларусь действует более 200 животноводческих комплексов по производству молока, говядины и свинины. Общий годовой выход экскрементов при работе комплексов равен 39,4 млн. тонн, из которых 12,2 млн. тонн составляет 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 энергоемким. 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 перемешивания жидкого навоза и повышение степени однородности перемешивания перед его дальнейшим использованием, является актуальным.

Целью исследований является оценка коэффициента неоднородности и энергоемкости процесса перемешивания жидкого навоза, с обоснованием параметров рабочего органа и режимов работы миксера.

Основная часть. Программой исследования предусмотрено перемешивание жидкого навоза влажностью не более 92 % в цилиндрическом навозохранилище объемом 3000 м³.

Важными технологическими параметрами, характеризующими эффективность эксплуатации миксера, являются геометрические и кинематические параметры мешалки.

Экспериментальные исследования выполнялись на установке, монтируемой в навозохранилище. Миксер для навоза представляет собой установку, на валу которой установлена мешалка для перемешивания жидкого навоза.

В процессе исследований было установлено, что в известных конструкциях мешалок, в процессе перемешивания навозной массы, она налипала на центральную часть

лопасти, что в последствии приводило к ее неравномерному распределению по всей рабочей поверхности мешалки. Указанный недостаток 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 неравномерному износу, что нарушает балансировку мешалки на валу и снижает долговечность ее и машины в целом.

Разработанная лопастная мешалка исключает перечисленные недостатки.

Корпус миксера, планетарный редуктор, кронштейн крепления и вал лопастной мешалки использованы без изменения. Конструктивные изменения заключаются в изменении геометрических размеров мешалки.

Диаметр и угол подъема винтовой линии лопастей мешалки миксера выполнен с учетом результатов исследований и составляют 550 мм и 36 градусов соответственно, что повысило увеличить площадь рабочей поверхности лопасти и производительность миксера в целом.

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

Оборудование использовалось во время испытаний (рис. 1) в производственных условиях в ОАО «Селекционно-гибридный центр «Западный» Брестского района Брестской области.

Испытания проводились с диаметром мешалки миксера 500 и 650 мм, вращающейся с числом оборотов 300 и 400 мин⁻¹ в жидком навозе с влажностью 90 и 92 %.

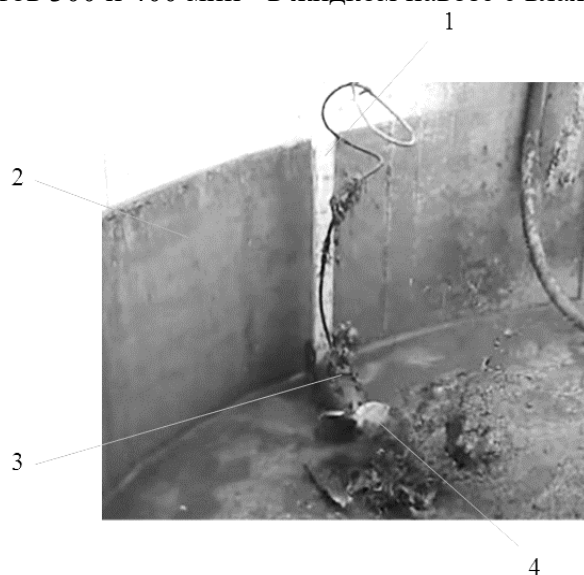


Рис. 1 – Миксер для навоза

Миксер для навоза 3 состоит из герметичного корпуса, внутри которого установлен электродвигатель, передающий вращение через редуктор на вал мешалки 4. Для равномерного перемешивания слоев жидкого навоза миксер 3 перемещают в навозохранилище 2 по стойке 1 с помощью лебедки. Перемешивание осуществляется винтовой мешалкой 4. Для более равномерного перемешивания слоев жидкого навоза миксер 4 можно перемещать в вертикальной плоскости. Миксер для навоза 3 работает следующим образом. При вращении лопасти мешалки 4 захватывают навозную массу и перемещают ее, внедряя в массу илистых отложений, осевших за время хранения. Одновременно с этим часть жидкого

навоза перемещается по лопасти мешалки 4 в радиальном направлении, внедряясь в верхние и нижние слои хранящейся навозной массы.

Поскольку верхний коркообразный слой жидкого навоза трудноразрушаемый, то миксер 3 лебедкой поднимают на верхние уровни навозохранилища 2 и изменяют угол относительно вертикальной плоскости, таким образом, направляя поток жидкого навоза в верхние слои навозной массы, разрушая образовавшуюся за время хранения корку.

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

При проведении исследований фиксировался коэффициент неоднородности жидкого навоза. Обработка полученных экспериментальных данных (с применением аппарата математической статистики), позволила получить уравнение регрессии:

$$y_1 = 13,594 - 1,388x_1 - 1,778x_2 - 1,094x_3 + 1,108x_1^2 + 1,617x_2^2 + 1,167x_3^2 + 1,532x_1x_2 + 1,363x_1x_3 + 2,074x_2x_3. \quad (1)$$

Адекватность уравнения экспериментальным данным и статистическую значимость его коэффициентов по формуле [4]:

$$F = \frac{D_o}{D_a}, \quad (2)$$

где D_o – дисперсия воспроизводимости; D_a – дисперсия адекватности.

Критическое значение F – распределения для $\alpha=0,05$, равно $F_{kr}=2,33$. Рассчитанное значение $F=1,066 < F_{kr}=2,33$.

Так как значение критерия Фишера меньше табличного значения, то полученное уравнение адекватно.

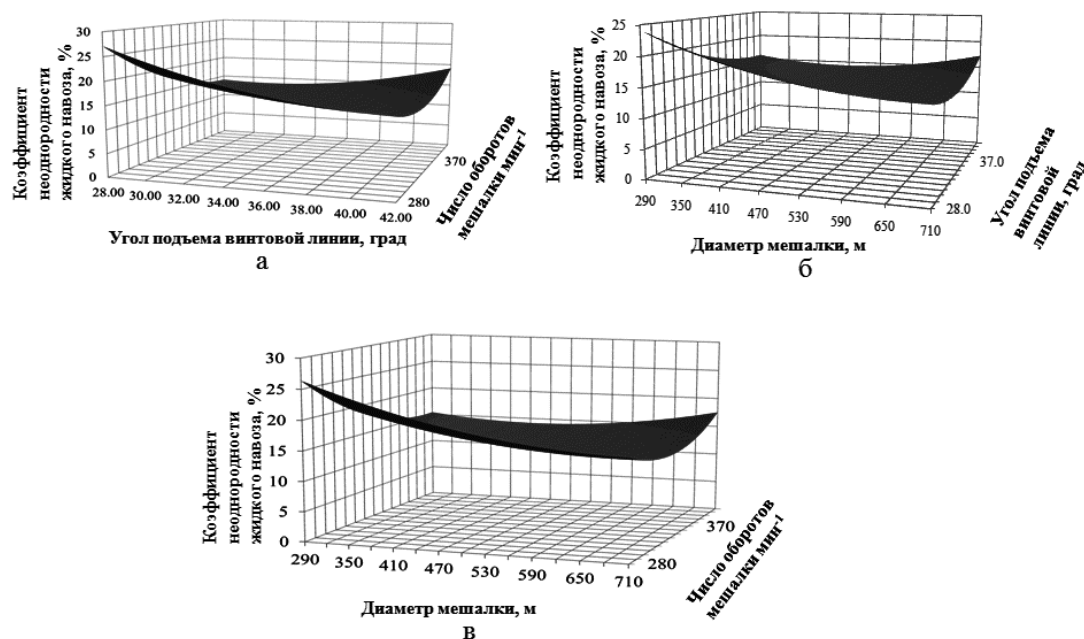


Рис. 2 – Поверхности отклика зависимости коэффициента неоднородности жидкого навоза от параметров миксера

Для анализа полученного уравнения построены поверхности отклика, представленные на рис. 2, а. Поверхность отклика зависимости коэффициента неоднородности жидкого навоза от угла подъема винтовой линии и числа оборотов мешалки; б) Поверхность отклика зависимости коэффициента неоднородности жидкого навоза от угла подъема винтовой линии лопасти и диаметра мешалки; в) Поверхность отклика зависимости коэффициента неоднородности жидкого навоза от числа оборотов мешалки и диаметра мешалки).

Анализ поверхностей отклика показал, что коэффициент неоднородности жидкого навоза возрастает с уменьшением диаметра мешалки и при малых углах подъема винтовой

линии, что свидетельствует о недостаточном захвате навозной массы и как следствие не-большой силе, создаваемой винтом для движения потока жидкого навоза.

Аналогично при проведении исследований фиксировалась энергоёмкость процесса перемешивания жидкого навоза. Обработка полученных экспериментальных данных (с применением аппарата математической статистики), позволила получить следующее уравнение регрессии:

$$y_2 = 5,432 + 3,22x_1 + 1,588x_2 + 1,028x_3 + 0,829x_1^2 + 0,519x_2^2 + 0,388x_1x_2. \quad (3)$$

Для анализа полученного уравнения построены поверхности отклика, представленные на рис. 3, а. Поверхность отклика зависимости энергоёмкости процесса перемешивания жидкого навоза от угла подъема винтовой линии и числа оборотов мешалки; б) Поверхность отклика зависимости энергоёмкости процесса перемешивания жидкого навоза от диаметра и числа оборотов мешалки; в) Поверхность отклика зависимости энергоёмкости процесса перемешивания жидкого навоза от угла подъема винтовой линии лопасти и диаметра мешалки).

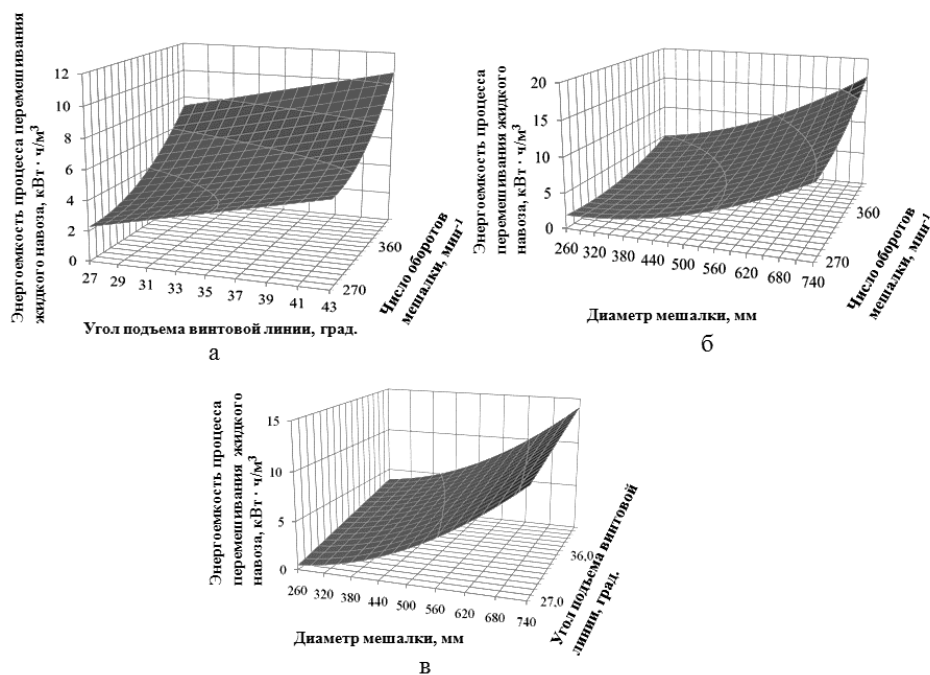


Рис 3 – Поверхности отклика зависимости энергоёмкости процесса перемешивания жидкого навоза от параметров миксера

Выводы. Таким образом, рациональными технологическими параметрами работы миксера для достижения требуемого качества перемешивания жидкого навоза (при наименьших показателях энергоёмкости процесса перемешивания жидкого навоза) являются: угол подъема винтовой линии лопастей мешалки, находящийся в пределах 32–38°, диаметр мешалки в пределах 520–580 мм и число оборотов мешалки в пределах 340–380 мин⁻¹.

При указанных параметрах значение энергоёмкости процесса перемешивания жидкого навоза находится в пределах 2,82–5,46 кВт·ч/м³, а значение коэффициента неоднородности жидкого навоза находится в пределах 14,9–19,4 %.

Литература:

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; заявитель БГАТУ. – № u 20110318; заявл. 21.04.2011; опубл. 30.10.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – №5. – 202–203 с.
3. Гомогенизатор для навоза: пат. 7905 Респ. Беларусь, МПК А 01С 3/00 / Д.Ф. Кольга, И.М. Швед, В.С. Сыманович; заявитель БГАТУ. – № u 20110491; заявл. 17.06.2011; опубл. 28.02.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №1. – 191 с.
4. Адлер, Ю. П. Введение в планирование эксперимента / Ю. П. Адлер. – Москва: Металлургия, 1969. – 159 с.

Summary

A. Kitun, I. Shved, V. Melnik Influence of technological parameters of the mixer on the energy matter of the process of mixing liquid drums

The most acute problem in livestock raising is the increase in the incidence of animals and the protection of the environment from pollution by air emissions and manure. Utilization and processing of liquid manure is one of the main problems encountered in livestock farms and complexes, using the hydraulic method of manure management. In the article researches of process of mixing of liquid manure in the closed manure storages are resulted.

Keywords: mixer, vane, research, manure, coefficient of heterogeneity, energy intensity.

References

1. Samosyuk, V.G. Biogazovye tekhnologii v Belarusi: sostoyanie i perspektivy / V.G. Samosyuk, N.F. Kapu-stin, A.N. Basarevskij // Mekhanizaciya i ehlektrifikaciya sel'skogo hozyajstva: mezhvedomst. tematich. sb.: v 2 t. / RUP «NPC NAN Belarusi po mekhanizacii sel'skogo hozyajstva. – Minsk, 2011 – Vyp. 45 – S. 234–240.
2. Gomogenizator dlya navoza: pat. 7700 Resp. Belarus', МПК А 01S 3/00 / А. V. Kitun, I. M. SHved, V. I. Perednya; zayavitel' BGATU. – № u 20110318 ; zayavl. 21.04.2011 ; opubl. 30.10.2011 // Aficyjny byul. / Nac. cehntr intehlektual. ulasnasci. – 2011. – № 5. – 202–203 s.
3. Gomogenizator dlya navoza: pat. 7905 Resp. Belarus', МПК А 01S 3/00 / D.F. Kol'ga, I.M. SHved, V.S. Symanovich; zayavitel' BGATU. – № u 20110491; zayavl. 17.06.2011; opubl. 28.02.2012 // Aficyjny byul. / Nac. cehntr intehlektual. ulasnasci. – 2012. – № 1. – 191 s.
4. Adler, YU. P. Vvedenie v planirovanie ehksperimenta / YU. P. Adler. – Moskva : Metallurgiya, 1969. – 159 s.