

водителям, которые только планируют внедрять новейшие методики, стоит не только изучать опыт зарубежных первопроходцев, но и присмотреться к решениям, которые станут мейнстримом в ближайшем будущем [1-4].

Данная технология позволяет нам проводить азотные подкормки, экономя удобрения и избегая передозировки, что позволяет уменьшить стоимость операции и повысить экологическую безопасность. Также предотвращается полегание зерновых и понижается содержание вредных веществ в картофеле [4].

#### Литература

1. Главный сайт об агробизнесе. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://latifundist.com/>. – Дата доступа: 29.10.2017.

2. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие / В.И. Балабанов, С.В. Железова, Е.В. Березовский, А.И. Беленков, В.В. Егоров. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. – 148 с.

3. Информационное агентство "Светич". Сайт о сельском хозяйстве. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://svetich.info/>. – Дата доступа: 29.10.2017.

4. Золотухин Е.А., Личман Г.И., Нукешев С.О. Новая высеваящая система для дифференцированного внесения минеральных удобрений / Сельскохозяйственные машины и технологии. Научно-производственный информационный журнал № 2. – М.: ФГБНУ ВИМ, 2015. – С.20-23.

УДК 628.385(476)

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ МИКСЕРА ДЛЯ НАВОЗА

**И.М. Швед**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

### Введение

Проведенные исследования в нашей стране свидетельствуют о том, что бесподстилочный навоз, получаемый на животноводческих комплексах, может быть использован для удобрения [1]. Для

проведения его дальнейшей переработки и получения качественных удобрений бесподстилочный навоз необходимо перемешивать. Перемешивание жидкого навоза в навозохранилище осуществляется миксером. Важными технологическими параметрами, характеризующими эффективность эксплуатации миксера являются геометрические и кинематические параметры мешалки.

### **Основная часть**

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

В процессе исследований было установлено, что в известных конструкциях лопастных 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 следующем: 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; 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 налипа-

ние 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 1.

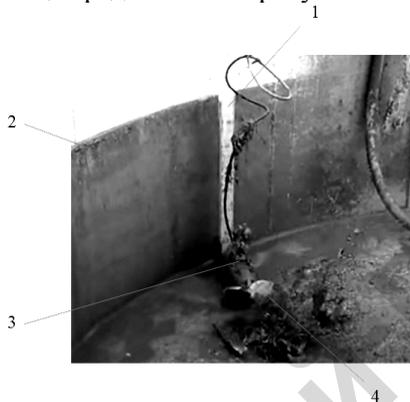


Рисунок 1 – Миксер для навоза:  
1 – стойка, 2 – навозохранилище, 3 – миксер, 4 – мешалка

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

Оборудование использовалось во время испытаний (рисунок 2) 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<sup>-1</sup> в жидком навозе с влажностью 90 и 92 %. При проведении исследований фиксировался коэффициент неоднородности жидкого навоза. Обработка полученных экспериментальных данных (с применением аппарата математической статистики), позволила получить уравнение регрессии:

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

## Секция 1: Сельскохозяйственные машины: перспективы, проектирование, производство

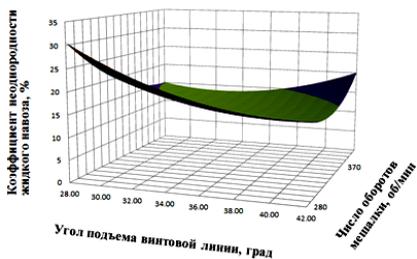


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента неоднородности жидкого навоза от угла подъема винтовой линии и числа оборотов мешалки

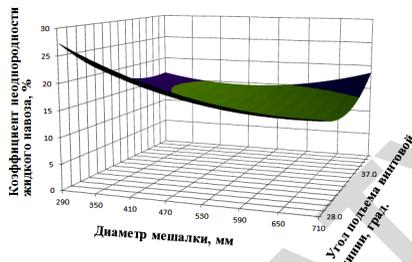


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента неоднородности жидкого навоза от угла подъема винтовой линии и диаметра мешалки

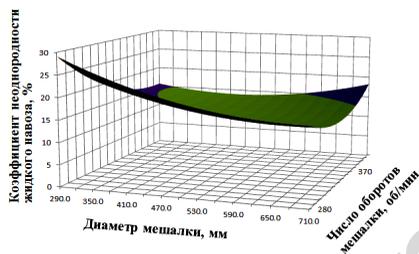


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента неоднородности жидкого навоза от числа оборотов мешалки и диаметра мешалки

Адекватность уравнения экспериментальным данным и статистическую значимость его коэффициентов по формуле [3]:

$$F = \frac{D_o}{D_a}, \quad (1)$$

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. Для анализа полученного уравнения построены поверхности отклика, представленные на рисунках 2–4.

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 небольшой силе, создаваемой винтов для движения потока жидкого навоза. При больших углах происходит срыв потока за кромками лопастей, что приводит к образованию воздушных поверхностей, ухудшающих работу миксера.

### Заключение

Рациональными технологическими параметрами работы миксера для достижения требуемого качества диспергирования жидкого навоза (при минимальном коэффициенте неоднородности) являются: угол подъема винтовой линии лопастей мешалки, находящийся в пределах  $32-38^{\circ}$ , диаметр мешалки в пределах 520–580 мм и число оборотов мешалки в пределах 340–380 мин<sup>-1</sup>.

При указанных параметрах удельная энергоёмкость процесса диспергирования жидкого навоза равна 0,002–0,003 кВт·ч/м<sup>3</sup>, значение коэффициента неоднородности жидкого навоза находится в пределах 14,971–19,445 %.

### Литература

1. Васильев, В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям. – 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.: ил.

2. Гомогенизатор для навоза: пат. 7700 Респ. Беларусь, МПК А 01С 3/00 / А.В. Китун, И. М. Швед, В. И. Передня; заявитель УО «БГАТУ». – № и 20110318 ; заявл. 21.04.2011 ; опубл. 30.10.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 5. – 202–203 с.

3. Адлер, Ю.П. Введение в планирование эксперимента / Ю.П. Адлер. – Москва : Металлургия, 1969. – 159 с.

УДК 631.3448:634:635.1./8

## МЕХАНИЗИРОВАННАЯ УБОРКА СМОРОДИНЫ И АРОНИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**А.Н. Юрин<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, В.В. Викторovich<sup>1</sup>,  
В.П. Чеботарев<sup>2</sup>, д.т.н., доцент, А.Д. Четкин<sup>2</sup>, к.т.н., доцент,  
А.В. Горный<sup>2</sup>, к.с.-х.н., доцент**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,  
<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

### Введение

При возделывании ягод по интенсивным технологиям, исключив ручной труд, необходимы комбайны по сбору ягод.