

## BIBLIOGRAFIA

1. Boss J., Tukiendorf M. 1997. Mieszanie materiałów ziarnistych metodą wysypu kominowego. *Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej. Inżynieria Chemiczna*. Nr 22. S. 30–38.
2. Brumm M.C., Gonyou H.W. 2001. Effects of facility design on behavior and feed and water intake. In *Swine Nutrition 2nd edition*. S. 499–518.
3. Electra 2012. Materiały informacyjne firmy Electra.
4. Grochowicz J. (red.) 1996. *Technologia produkcji mieszanek paszowych*. Warszawa. PWRiL. ISBN 83-09016565, ss. 389.
5. Karbowy A. 2004. Wpływ wybranych parametrów kinematyczno-konstrukcyjnych mieszarki – silosu na efektywność mieszania. Rozprawa doktorska. Szczecin. Symbol dok. XXVI/2555.
6. Potocki T. 1997. Nowoczesne metody produkcji pasz pełnowartościowych. Podstawowe problemy w technologii chowu bydła i trzody chlewnej z uwzględnieniem aspektów ekologicznych. Materiały na konferencję. Warszawa. IBMER. S. 115–120.
7. Testmer S.A. 2017. 2010. 1998. Katalogi firmy Testmer S.A.

УДК 636.085

Поступила в 18.06.2019  
Received 18.06.2019

**Е. Л. Жилич<sup>1</sup>, А. А. Кувшинов<sup>1</sup>, А. И. Пунько<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: npc\_mol@mail.ru  
<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: rektorat@bsatu.by

### **РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКТА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМБИКОРМОВ КОКК-10 В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВА**

В статье приводятся результаты разработки и экономической эффективности применения комплекта автоматизированного оборудования для производства полнорационных комбикормов КОКК-10 в условиях хозяйства.

*Ключевые слова:* комплект оборудования, смеситель, смешивание, однородность, равномерность смешивания, зерно, кормовая смесь, датчик, производительность.

**E. L. Zhilich<sup>1</sup>, A. A. Kuvshinov<sup>1</sup>, A. I. Punko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»,  
Minsk, Republic of Belarus, email: npc\_mol@mail.ru  
<sup>2</sup>EI «Belarusian State Agrarian Technical University»,  
Minsk, Republic of Belarus, email: rektorat@bsatu.by

### **RESULTS OF DEVELOPMENT AND APPLICATION OF THE SET OF EQUIPMENT FOR PREPARATION OF KOKK-10 FEED IN FARM CONDITIONS**

The article presents the results of development and economic efficiency of application of a set of automated equipment for production of full-range mixed feed KOKK-10 in farm conditions.

*Keywords:* equipment set, mixer, mixing, uniformity, uniformity of mixing, grain, fodder mix, sensor, productivity.

### **Введение**

Насыщение продовольственного рынка страны высококачественными мясными и молочными продуктами является одной из важнейших социально-экономических задач на ближайшую перспективу. Однако существующее состояние комбикормового производства в республике не позволяет в полной мере решить проблему обеспечения растущих потребностей животноводческих хозяйств качественными биологически полноценными комбикормами.

Кроме того, в республике практически не имеется технической базы для замены изношенного оборудования. На некоторых заводах выпускаются отдельные технические средства (дробил-

ки, смесители) однако они предназначены для выполнения отдельных технологических операций, из них сложно создавать полные технологические решения получения комбикормов. Назрела острая необходимость технического переоснащения и реконструкции имеющихся в хозяйствах комбикормовых производств, с частичной или полной заменой оборудования.

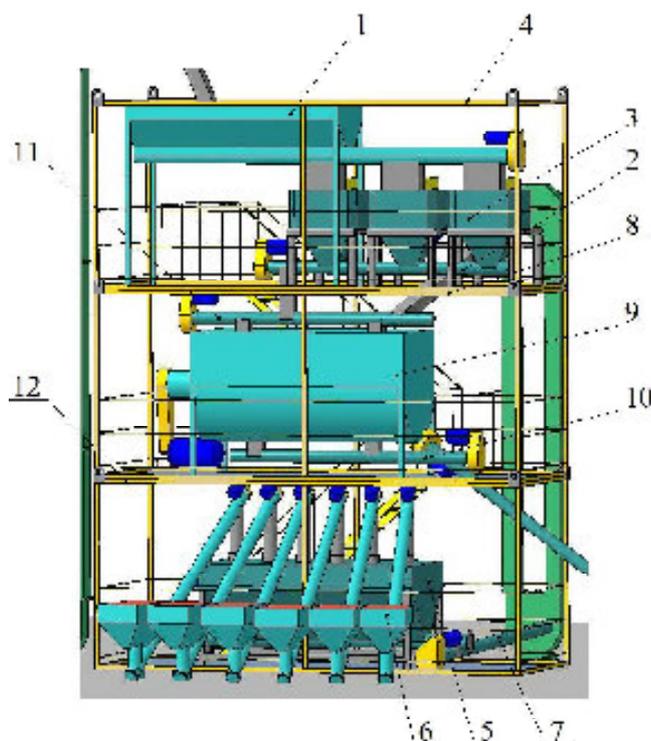
### Основная часть

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан ряд оборудования для приготовления комбикормов производительностью от 1 до 5 т/ч. В их числе комплект комбикормового оборудования КОК-5 в контейнерном исполнении, который эксплуатируется в СПК «Луки-Агро» Кореличского района с 2011 г. Он обеспечивает производство полнорационных комбикормов в условиях хозяйства, согласно заданным рецептам, а управление технологическим процессом ведется автоматизированной системой (АСУ ТП) [1].

Опробованные технические решения получили свое развитие при разработке комплекта оборудования для производства комбикормов производительностью 7–10 т/ч. Его ключевой особенностью является контейнерное исполнение основных технологических узлов. Преимущества таких цехов заключается в сокращении сроков ввода в эксплуатацию, благодаря минимальной продолжительности монтажа; проведение испытаний изготовленного технологического на заводе оборудования перед доставкой, что повышает надежность применяемых машин; простота транспортировки и сокращение расходов на ее осуществление.

«Сердцем» разработанного комплекта оборудования КОКК-10 являются 3 контейнера с технологическим оборудованием, полностью изготовленных на производстве и установленных друг на друге на месте монтажа.

Схема компоновки контейнеров комплекта оборудования КОКК-10 представлена на рис. 1. Снаружи контейнеры обшиваются сэндвич-панелями и, тем самым, образуется производственное помещение.



1 – накопитель зернофуража; 2 – сборный винтовой конвейер; 3 – молотковая дробилка; 4, 8, 12 – контейнер; 5 – устройство весовое БВМД; 6 – питатель БВМД; 7, 10 – винтовой конвейер; 9 – двухкамерный смеситель; 11 – распределительный винтовой конвейер

Рис. 1. – Схема компоновки контейнеров комплекта оборудования КОКК-10



Рис. 2. – Общий вид контейнеров с установленным технологическим оборудованием

Емкости для хранения исходных зерновых компонентов с системой транспортирования и распределения загружаемых компонентов, сепаратор примесей и весовое устройство порций, а также силоса готовых комбикормов располагаются снаружи. В разработанном комплекте оборудования применено 6 силосов вместимостью 40 м<sup>3</sup> каждый для компонентов комбикорма, что обеспечивает работу цеха в течение суток.

Кроме того, технологическая схема построена таким образом, что предварительное смешивание зерновых компонентов производится в процессе их движения, что позволило не только оптимизировать процесс производства продукции, но и снизить на 15% энергоемкость и 20% металлоемкость по сравнению с предыдущей разработкой – комплектом комбикормового оборудования КОК-5.

Технологический процесс работы разработанного комплекта оборудования состоит из 3 этапов:

1. Прием, очистка исходных компонентов (зернофуража), кормовых добавок (рапсового жмыха, подсолнечного шрота) и загрузка оперативных бункеров.
2. Производство рассыпного комбикорма.
3. Загрузка произведённой продукции в бункера для хранения и последующей отгрузки.

Шкаф управления установлен в отдельном помещении (операторской). Разработанная автоматизированная система управления обеспечивает не только выполнение алгоритма работы, но и контроль всех параметров такого энергоёмкого оборудования как молотковые дробилки (режим холостого хода, нагрузка). Они оснащены контроллерами для ПИД-регулирования степени загрузки электродвигателя при измельчении различных зерновых материалов.

Управление работой комплекта оборудования осуществляется через сенсорную панель. Оператор имеет возможность выбирать на дисплее кнопки управления механизмами либо кнопки задания режимов работы АСУТП, а также устанавливать начальные параметры работы (здать рецепт, вес порции, выбор дробилки, бункера для загрузки зерна, бункера для выгрузки комбикорма, общий вес комбикорма по данному рецепту).

Общий вид панели управления представлен на рис. 3.

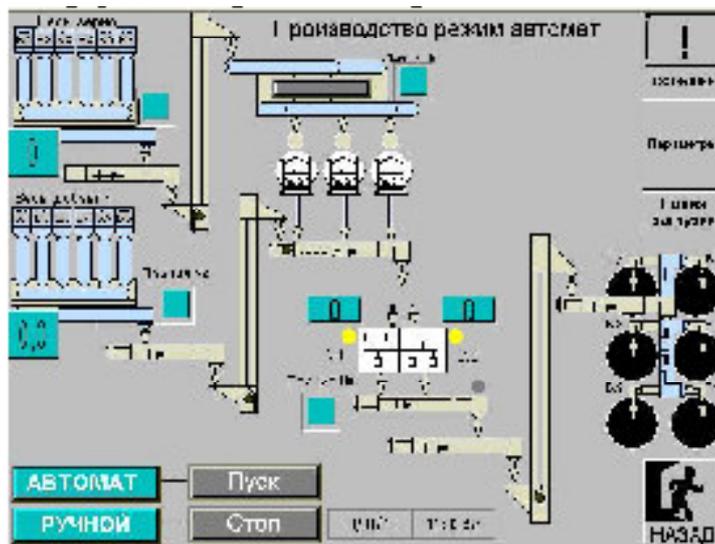


Рис. 3 – Общий вид панели управления АСУ ТП комплекта комбикормового оборудования КОКК-10

## Выводы

Результаты эксплуатации комплекта оборудования в СПК «Прогресс-Вертелишки» Гродненского района показывают высокую эффективность его использования. За период работы с 1.01.2018 по 1.03.2019 г было произведено 6400 т комбикормов для дойного стада и 10274 т для молодняка КРС, на общую сумму 5,38 млн. руб. При этом себестоимость производства составила 417 руб и 264 руб соответственно.

Годовой экономический эффект от применения использования разработки составляет 59 тыс. руб [2].

## Список использованных источников

1. Хозяйственные резервы приготовления комбикормов / А. Д. Селезнев [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 6. – С. 38–40.
2. Протокол государственных приемочных испытаний ГУ «Белорусская МИС» комплекта автоматизированного оборудования для производства полнорационных комбикормов КОКК-10 от 25.05.2018 г. № 052Д 1/4 ИЦ-2018.

УДК: 631 363:636.085

Поступила в редакцию 05.05.2019  
Received 05.05.2019

**Романович А. А.**

*УО «БГАТУ», г. Минск, РБ*

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОДИСПЕРГАТОРА ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНОФУРАЖА

В статье представлены теоретические исследования параметров гидродиспергатора для измельчения зернофуража посредством кавитационного воздействия.

*Ключевые слова:* зернофураж, кавитация, гидродиспергатор, насос, производительность.

**A. A. Romanovich**

*UO "BSTU", Minsk, Belarus*

### THEORETICAL STUDIES OF THE HYDRO-DISPERSANTER PARAMETERS FOR GRINDING THE CEREAL

The article presents theoretical studies of the parameters of a hydrodisperser for grinding grain fodder by means of cavitation.

*Key words:* grain fodder, cavitation, hydrodisperser, pump, productivity.

### Введение

В Республике Беларусь ежегодно убирается свыше 4 млн.т зерна на фуражные цели. Однако, как показали проведенные в РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» исследования, переваримость консервированного зерна составляет 60–65%, что явно недостаточно[1]. С целью повышения переваримости и усвояемости консервированного плющеного зерна, необходимо провести исследования по изысканию наиболее рентабельного способа его дальнейшей переработки.

В мировой практике известны методы и технологии обработки зернового сырья с целью повышения его переваримости и усвояемости.

Представляет интерес малоизученная гидротермическая механизированная обработка зерна, которая осуществляется с помощью различных установок. В таких установках обработка зерна осуществляется в водной среде без доступа кислорода, в специально спрофилированных насадках, за счет гидродинамических процессов.

### Основная часть

Кавитация (лат. *cavitas* – пустота) – явление разрыва капельной жидкости под действием растягивающих напряжений, возникающих при разрежении в рассматриваемой точке жидкости. При разрыве капельной жидкости образуются полости кавитационные пузырьки, заполненные паром, газом или их смесью. Следовательно, разрыв жидкости обусловлен изменением характеристик поля скоростей и давлений.

Устройства, создающие гидродинамическую кавитацию, называются гидродиспергаторами. В процессе обработки зернового материала в гидродиспергаторе обрабатываемая среда подвер-