

A continuous-flow microwave installation with truncated conical resonators for defrosting and heating cow milk colostrum contains vertically arranged truncated conical resonators having a common perforated non-ferromagnetic base. From the outside along the perimeter, with a shift of 60 degrees, air-cooled magnetrons are installed so that the emitters from them are alternately directed into the corresponding truncated conical resonators. The top of the lower conical resonator is truncated so that the cross-sectional diameter does not exceed a quarter of the wavelength where the ball valve is installed, and the top of the upper conical resonator is truncated at the critical section level, which depends on its height and the angle of inclination of the generatrix, and the diameter does not exceed two penetration depths into raw materials. The effective operating modes of the installation are as follows: exposure duration 12 min; generator power 3.2 kW; productivity 20-40 kg / h; energy costs 0.175 kWh / kg; change in the temperature of raw materials from minus 10 ° C to plus 38-40 ° C.

Key words: microwave installation, continuous flow action, conical resonators, electromagnetic safety, feed value of cow milk - colostrum.

References

1. Drobahin, O. O. Issledovanie vozmozhnosti primeneniya svyazannyh bikonicheskikh rezonatorov dlya opredeleniya parametrov dielektricheskikh materialov / O. O. Drobahin, D. YU. Saltykov // Prikladnaya radioelektronika. – 2014. – Tom 13, № 1. – S. 64-70.
2. Pat. 2694944 RF, MPK A47J.39/00. Mikrovolnovaya ustanovka dlya razmorazhivaniya korov'ego moloziva / G.V. Novikova, D.V. Poruchikov, A.N. Vasil'ev, I.G. Ershova, M. V. Belova; zayavitel' i patentoobladatel' FGBNU «FNAC VIM» (RU). – № 2018143727; zayavl. 11.12. 2018. Byul. № 20, 18.07.2019. – 10 s.
3. Pat. 2730060 RF, MPK A47J.39/00. Mnogomodul'naya SVCH ustanovka dlya razmorazhivaniya korov'ego moloziva v periodicheskom rezhime / G.V. Novikova, A.A. Tihonov, O.V. Mihajlova, M.V. Belova, D. A. Tarakanov; zayavitel' i patentoobladatel' NGIEU (RU). – № 2019137292; zayavl. 7.11.2019. Byul. № 23, 17.08.2020. – 10 s.
4. Pat. 2721484 RF, MPK A47J.39/00. SVCH ustanovka s bikonicheskim rezonatorom dlya razmorazhivaniya korov'ego moloziva v nepreryvnom rezhime / G.V. Novikova, D.A. Tarakanov, M.V. Belova, O.V. Mihajlova; zayavitel' i patentoobladatel' NGIEU (RU). – № 2019131642; zayavl. 09.09.2019. Byul. № 14, 19.05.2020. – 10 s.
5. Rogov, I.A. Elektrofizicheskie, opticheskie i akusticheskie harakteristiki pishchevyh produktov / pod red. I.A. Rogova. – M.: Legkaya i pishhevaya promyshlennost', 1981. – 288 s.
6. Tekhnika i poluprovodnikovaya elektronika SVCH: Uchebnoe posobie [Elektronnoe izdanie] / O.O. Drobahin, S.V. Plaksin, V.D. Ryabchij, D.YU. Saltykov. – Sevastopol': Veber, 2013. – 322 s.

Information about the authors

1. **Novikova Galina Vladimirovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of Management of scientific research and training of scientific and pedagogical personnel, 606340, Nizhny Novgorod region, Knyaginino, Oktyabrskaya str. 22 a, e-mail: NovikovaGalinaV, tel. 89279940052.

2. **Prosviryakova Maryana Valentinovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electrification and Automation, 606340, Nizhny Novgorod region, Knyaginino, Oktyabrskaya str., 22a, e-mail: maryana_belova_803@mail.ru, tel. 89530155394.

3. **Mikhailova Olga Valentinovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Infocommunication technologies and communication systems, 606340, Nizhny Novgorod region, Knyaginino, Oktyabrskaya str., 22 a, e-mail: ds17823@yandex.ru, tel. 89196725370.

4. **Zaitsev Sergey Petrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mechanization and electrification of agricultural enterprises, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29, e-mail: zapevl@mail.ru, tel. 89030665907.

УДК 631.22.01

DOI: 10.17022/k6tq-3p47

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА В УДОБРЕНИЯ

Ю. С. Руденко, В. Г. Рябцев

*Волгоградский государственный аграрный университет
400002, г. Волгоград, Российская Федерация*

Аннотация. На многих птицефабриках огромная часть птичьего помета не перерабатывается, а скапливается рядом с ними, образуя залежи мусора. Хранение птичьего помета на специальных площадках требует больших затрат. В статье описывается процесс переработки помета в удобрения в биоферментаторе барабанного типа с использованием программируемого логического контроллера, датчиков температуры помета и исполнительных механизмов, то есть с помощью автоматизированной системы

управления. Ее управляющим органом является программируемый логический контроллер ПЛК 100-24.P-M компании «Овен». Выбранный логический контроллер имеет большой набор функциональных возможностей, позволяющих быстро изменять конфигурацию за счет дополнительных модулей дискретных вводов/выводов. Он осуществляет непрерывное управление исполнительными механизмами. Предлагаемые средства автоматизации процесса биоферментации куриного помета позволяют перерабатывать его в сухое и жидкое органические удобрения, которые уникальны по своим свойствам. После переработки сухой помет сохраняет все полезные вещества, присутствовавшие в исходном сырье. При этом органическое удобрение долго хранится и легко транспортируется. Это позволяет сохранить ценные компоненты получаемого удобрения: высокое содержание азота, фосфора и калия, что улучшает структуру и микрофлору почвы, обогащает её гумусом, повышает урожайность сельскохозяйственных культур на 10-30 %. Экономическая эффективность автоматизированной системы переработки птичьего помета достигается за счет создания оптимальных параметров и режимов работы биоферментационной установки барабанного типа.

Ключевые слова: биоферментатор, органические удобрения, переработка, птичий помет, технологический процесс.

Введение. Недостаточная обеспеченность полей органическими удобрениями привела к интенсивному использованию почв, снижению их плодородности и уменьшению урожайности выращиваемых культур. Для увеличения урожайности широко применяют химические удобрения. В то же время применение органических удобрений ограничивается из-за того, что требуется предварительная обработка сырья: отходов животноводства и птицеводства. Птичий помет является органическим сырьем, содержащим большое количество азота, фосфора и калия, которые необходимы для роста и развития растений. Испытания, которые провели микробиологи, показали, что в птичьем помете имеется некоторое количество вредоносных бактерий, поэтому для получения качественного и биологически безопасного удобрения необходима его предварительная специализированная обработка.

Общее количество отходов сельскохозяйственного производства составляет 240 млн. тонн в год, среди них 160 млн. тонн приходится на отходы животноводства, а 80 млн. тонн – растениеводства [1], [2], [3]. Из-за большого количества остающихся отходов проблема их утилизации в настоящее время остается весьма актуальной. Птицефабрики производят мясную и яичную продукцию, но их побочный продукт в виде отходов значительно превышает вес основной продукции, поэтому их переработке следует уделить особое внимание.

Суточный выход помета курицы-несушки составляет 170-190 грамм, а мясные куры выделяют за сутки 280-300 грамм помета. Таким образом, на шестистах российских птицефабриках за сутки скапливается около 600 тонн помета.

Все это оказывает отрицательное воздействие на санитарно-экологическое состояние окружающей среды, а именно на состояние флоры, фауны, почвы. Скопление птичьего помета также отрицательно влияет на состояние здоровья человека. Прилегающие к птицефабрикам водные объекты, леса и пастбища заметно загрязняются.

Огромная часть птичьего помета не перерабатывается, а скапливается рядом с птицефабриками, образуя залежи вредоносного мусора. Все это отражается на экологическом состоянии окружающей природной среды, влияет на здоровье населения, живущего на данной территории [4]. Без предварительной обработки птичий помет теряет свои ценные удобрительные свойства.

Цель работы – создание автоматизированной системы управления процессом переработки птичьего помета в удобрения. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить современные способы переработки помета в удобрение, конструкцию оборудования, используемого для получения органических удобрений.
2. Разработать теоретические основы расчета параметров оборудования, предназначенного для переработки помета.
3. Выбрать необходимое оборудование, в том числе программируемый логический контроллер (ПЛК).
4. Определить основные этапы технологического процесса переработки помета в удобрение.
5. Разработать программу управления технологическим процессом.

Автоматизированная система управления процессом переработки помета в биологически активные удобрения с использованием программируемого логического контроллера (ПЛК) и датчиков температуры снизит затраты энергии, увеличит эксплуатационную производительность всего оборудования, исключит влияние человеческого фактора на технологический процесс.

Материалы и методы. Для переработки птичьего помета в закрытом помещении предлагается применять стационарную установку – биоферментатор, который может работать круглогодично в независимости от времени года и климатических условий. Автоматизация процесса переработки птичьего помета позволяет без особых усилий контролировать процесс получения удобрений, обладающих необходимыми параметрами.

Для выбора необходимого оборудования и зон их расположения была разработана физическая модель биоферментатора, которая представлена на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид физической модели биоферментатора: 1 – биореактор; 2 – приемная воронка; 3 – шнековый транспортер; 4 – загрузочный бункер; 5 – трубопровод для выхода воздуха; 6 – винтовой транспортер; 7 – система очистки газового выброса; 8 – приемная емкость для жидкого удобрения; 9 – сепаратор.

Помет с подстилкой или торфом из загрузочного бункера подается в биореактор шнековым транспортером, который установлен под углом 30-45°.

С целью уменьшения времени биоферментации помета применяют специализированные катализаторы. В качестве биологического средства использовался препарат АгроБриз-12, содержащий штаммы дрожжевых грибов, молочнокислых микроорганизмов и спорообразующих бактерий рода *Bacillus*. Биопрепарат АгроБриз-12 разлагает непростые углеводы, а также белки из пометной массы, при этом уменьшается выделение аммиака. Применение препарата АгроБриз-12 дает возможность ускорить процесс молочнокислой ферментации, увеличить текучесть массы помета, стимулирует процессы его разложения, при этом из-за небольшой концентрации аммиака в помещении улучшаются условия работы персонала.

Для формирования управляющих сигналов, задающих режим работы исполнительных механизмов, весь процесс биоферментации был разделен на 3 этапа. Пусковой режим является первым этапом, в процессе выполнения которого биореактор загружается на 70 %. Происходит саморазогрев помета до температуры 55°C. При данной температуре помет выдерживается в течение 6 часов

Во время второго этапа в рабочем режиме осуществляется постоянная переработка помета. В этот период температура смеси в биореакторе поддерживается в пределах 65-70°C. Для поддержания заданного температурного режима внутри биореактора применяется электрокалорифер. В рабочем режиме для наилучшего перемешивания помета и для достижения наибольшей однородности смеси необходимо, чтобы биореактор делал 4 полных оборота за сутки. Вращение биореактора относительно катков осуществляется двумя мотор-редукторами, подключенными к каткам при помощи приводных узлов. Использовались мотор-редукторы типа ЗМП-40-224-5,5 мощностью в 5,5 кВт с частотой вращения 224 мин⁻¹.

За счет вращения биореактора поддерживается процесс перемешивания перерабатываемого куриного помета. Непрерывная подача вентилятором подогретого электрокалорифером воздуха интенсифицирует процесс биотермической переработки помета, что позволяет удалять из биореактора вредные летучие вещества. Время переработки куриного помета на втором этапе составляет от 3 до 4 суток.

Третий этап – выгрузка биореактора и разделение удобрений на жидкую и твердую фракции. Выгрузка биореактора осуществляется на одну треть объема, затем он снова заполняется до нужного объема, и процесс переработки птичьего помета продолжается. Для обеспечения непрерывности процесса переработки птичьего помета биореактор при ежесуточной выгрузке и загрузке заполняется лишь на одну треть его полезного объема.

Результаты исследований и их обсуждение. Для управления процессом переработки помета применялся программируемый логический контроллер ПЛК100-24.Р-М фирмы «Овен». Это позволило обеспечить достижение основных технологических параметров работы установки. При загрузке помета в биореактор ПЛК управляет шнековым транспортером и дозатором, которые установлены в загрузочном бункере. Продолжительность работы данных механизмов задается таймером исходя из производительности транспортера. Объем биореактора составляет 20 м³. В начале работы он заполняется на 70 %. Тогда масса птичьего помета при начальной загрузке составляет:

$$M = V_n * \rho = 14 * 0,7 = 9,8 \text{ т,}$$

где ρ – плотность птичьего помета.

Применяем транспортер с жесткой спиралью модели СТ 130-150 производительностью 6 м. куб/ч. Тогда время начальной загрузки биореактора составляет:

$$T_n = V_n/P_t = 14/6 = 2,3 \text{ час} = 138 \text{ мин.}$$

На этапе применения рабочего режима ПЛК управляет вентилятором для подачи воздуха в биореактор и электрокалорифером. За счет подключения мотор-редукторов к барабану биореактора при помощи приводных узлов частота вращения биореактора снижается до 0,8 мин⁻¹. Тогда продолжительность одного интервала вращения биореактора при помощи мотор-редукторов составляет:

$$T_c = 24/4 = 6 \text{ часов.}$$

Продолжительность включенного состояния мотор-редукторов в одном интервале вращения составляет:

$$T_{вр.} = 1/0,8 = 1,25 \text{ минут.}$$

Для периодического вращения биореактора в среде CoDeSys была разработана программа управления мотор-редукторами, внешний вид которой представлен на рис. 2 [5].

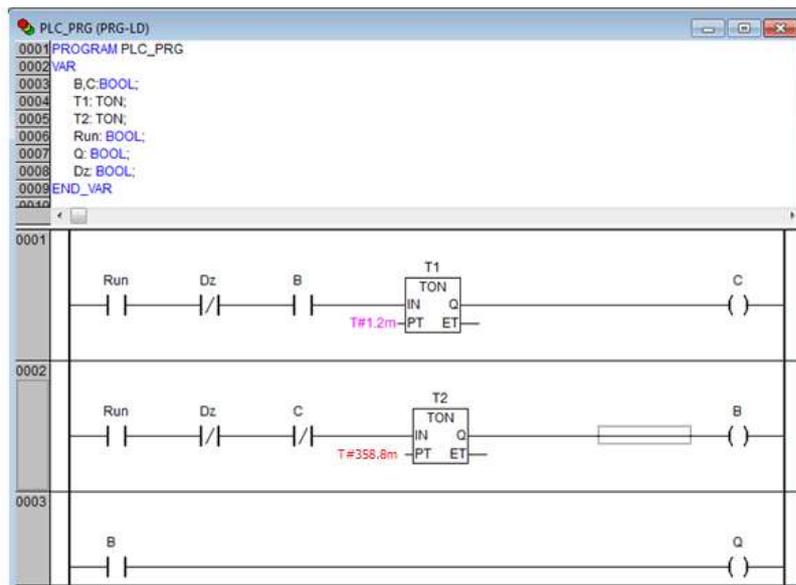


Рис. 2. Программа управления периодическим вращением биореактора

Внешний вид окна визуализации программы управления периодическим вращением биореактора представлен на рис. 3.

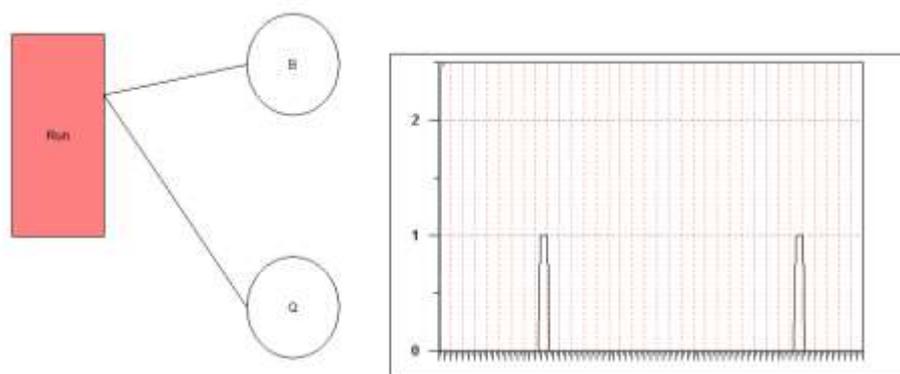


Рис. 3. Визуализация процесса периодического вращения биореактора

Выводы. Во время процесса биоферментации, параметры работы которого регулируются автоматизированной системой управления, куриный помет перерабатывается в сухое и жидкое органические удобрения. Полученные удобрения сохраняют почти все полезные вещества, которые были в исходном курином помете, что позволяет использовать их для подкормки растений, а это приводит к увеличению урожайности на 10-30 % за счет улучшения микрофлоры почвы. В удобрениях отсутствуют вредные летучие вещества, поэтому их рекомендуется использовать на приусадебных хозяйствах, расположенных рядом с жилыми помещениями.

Транспортировка удобрений, полученных после биоферментации куриного помета, очень удобна. Жидкая фракция удобрений расфасовывается в стеклянную или полиэтиленовую тару, твердая – в бумажные или матерчатые мешки. В такой таре удобрения хранятся очень долго.

Литература

1. Иванов, В. В. Инновационная автоматизированная технология переработки куриного помета и устройство для ее реализации / В. В. Иванов // *Computational nanotechnology*. – 2016. – № 2. – С.153-159.
2. Марченко, А. Ю. Исследование и создание способа, а также устройства для сушки куриного помета / А. Ю. Марченко, Н. Н. Кузнецова, Г. В. Серга // *Научный журнал КубГАУ*. – 2015. – № 107(03). – С. 1-13.
3. Неверова, О. П. Экосистемный подход к утилизации помета / О. П. Неверова, Г. В. Зуева, Т. В. Сарапулова // *Аграрный вестник Урала*. – 2014. – № 8 (126). – С. 38-41.
4. Семенченко, С. В. Утилизация и переработка помета в условиях птицефабрики / С. В. Семенченко, В. Н. Нефедова, А. А. Савинова // *Вестник Донского ГАУ*. – 2015. – № 4-1 (18). – С. 28-36.
5. CoDeSys v.2: официальный сайт. – г. Москва. – URL: https://www.owen.ru/product/codesys_v2 (дата обращения 21.08.2020). – Текст: электронный.

Сведения об авторах

1. **Руденко Юрий Сергеевич**, магистр кафедры электрооборудования и электрохозяйства предприятий АПК, Волгоградский государственный аграрный университет, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26; e-mail: yuriy.rudenko.2503@mail.ru, тел. +7 (8442) 41-11-27.

2. **Рябцев Владимир Григорьевич**, доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и электрохозяйства предприятий АПК, Волгоградский государственный аграрный университет, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, 26; e-mail: akim.onoke@mail.ru, тел. 8-937-734-53-77.

AUTOMATED SYSTEM FOR PROCESSING POULTRY LITTER INTO FERTILIZER

Y. S. Rudenko, V. G. Ryabtsev

*Volgograd State Agrarian University
400002, Volgograd, Russian Federation*

Abstract. *In many poultry farms, a huge part of poultry manure does not undergo processing, but accumulates in the vicinity of poultry farms, forming deposits of garbage without signs of life of flora and fauna. Storing poultry droppings in dedicated areas is costly. The article solves the problem of developing an automated control system for the process of processing manure into fertilizers in a drum-type biofermenter using a programmable logic controller, manure temperature sensors and actuators.*

The governing body of the automation system for controlling the technological process of bio-fermentation of poultry manure is the programmable logic controller PLC 100-24.R-M of the OWEN company. The selected logic controller has a wide range of functionality that allows you to quickly change the configuration using additional digital I/O modules. It carries out continuous control of the actuators. The proposed means of automating the process of bio-fermentation of chicken manure will allow the processing of chicken manure into dry and liquid organic fertilizers, which are unique in their properties.

After processing, dry manure will retain in its composition all the substances useful from the point of view of agrochemistry, which were present in the feedstock, while the organic fertilizer can be stored for a long time and is easily transported. This will allow preserving the valuable components of the resulting fertilizer with a high content of nitrogen, phosphorus and potassium, contributing to the improvement of the structure and microflora of the soil, its enrichment with humus, and an increase in crop yields by 10-30%. The economic efficiency of an automated system for processing poultry manure is achieved by creating optimal parameters and operating modes of a drum-type biofermentation plant.

Key words: *biofermenter, organic fertilizers, processing, poultry droppings, technological process.*

References

1. Ivanov, V. V. Innovacionnaya avtomatizirovannaya tekhnologiya pererabotki kurinogo pometa i ustrojstvo dlya ee realizacii / V. V. Ivanov // *Computational nanotechnology*. – 2016. – № 2. – С.153-159.
2. Marchenko, A. YU. Issledovanie i sozdanie sposoba, a takzhe ustrojstva dlya sushki kurinogo pometa / A. YU. Marchenko, N. N. Kuznecova, G. V. Serga // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. – 2015. – № 107(03). – С. 1-13.
3. Neverova, O. P. Ekosistemnyj podhod k utilizacii pometa / O. P. Neverova, G. V. Zueva, T. V. Sarapulova // *Agrarnyj vestnik Urala*. – 2014. – № 8 (126). – С. 38-41.
4. Semenchenko, S. V. Utilizaciya i pererabotka pometa v usloviyah pticefabriki / S. V. Semenchenko, V. N. Nefedova, A. A. Savinova // *Vestnik Donskogo GAU*. – 2015. – № 4-1 (18). – С. 28-36.

5. CoDeSys v.2: oficial'nyj sajt. – g. Moskva. – URL: https://www.owen.ru/product/codesys_v2 (data obrashcheniya 21.08.2020). – Tekst: elektronnyj.

Information about authors

1. ***Rudenko Yuri Sergeevich***, Master Student of the Department of Electrical Equipment and Electrical Facilities of Agro industrial Complex Enterprises, Volgograd State Agrarian University, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26, e-mail: yuriy.rudenko.2503@mail.ru, tel. +7 (8442) 41-11-27.

2. ***Ryabtsev Vladimir Grigorievich***, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electrical Equipment and Electrical Facilities of Agro industrial Complex Enterprises, Volgograd State Agrarian University, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26, e-mail: akim.onoke@mail.ru, tel. 8-937-734-53-77.