

1  
НОМЕР

БОНЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

On-line версия журнала на сайте

<http://www.elmag.uran.ru>

# БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН

*Lycosa singoriensis* (Laxmann, 1770)

Тарантул южнорусский

Шовкун Д.Ф.



2019

УЧРЕДИТЕЛЬ

ОРЕНБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УРО РАН

© Ю.Р. Владов, 2019

УДК 628.5 : 613.6 : 63

*Ю.Р. Владов*

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ**

Оренбургский федеральный исследовательский центр УрО РАН (Отдел геоэкологии),  
Оренбург, Россия

Повышение эффективности процессов переработки и утилизации органических отходов, преимущественно животноводческого комплекса – актуальная научно-техническая проблема. В статье представлена технология, разработанная по полученному патенту на изобретение. Жидкую фазу перебродивших отходов выпаривают до получения сухих концентрированных удобрений. Часть однородной массы сжигают, а биогаз очищают путем пропускания через воду с получением биометана. Воду насыщают органическими веществами. Воздух из производственных помещений собирают и поддерживают процесс горения. Отходящий газ очищают от твердых летучих примесей и используют для выработки электроэнергии. Воду насыщают минеральными веществами. Технология предусматривает автоматизацию и управление технологическим процессом, а также обеспечивает повышенный выход биометана, прирост тепловой и электрической энергий и экологичность производства.

*Ключевые слова:* технология, переработка, утилизация, органические отходы, животноводческий комплекс, управление.

---

---

*Yu.R. Vladov*

## **THE TECHNOLOGY OF PROCESSING AND RECYCLING ORGANIC WASTE**

Orenburg Federal Research Center, UB RAS (Department of Geoecology), Orenburg, Russia

Improving the efficiency of processing and recycling of organic waste, mainly livestock complex-an urgent scientific and technical problem. The article presents the technology developed by the obtained patent for the invention. The liquid phase of the fermented waste is evaporated until dry concentrated fertilizers are obtained. Part of the homogeneous mass is burned, and the biogas is purified by passing through water to obtain biomethane. Water is saturated with organic substances. The air from the production facilities is collected and maintained by the combustion process. The waste gas is cleaned of solid volatile impurities and used to generate electricity. Water is saturated with minerals. The technology provides automation and process control. It provides an increased yield of biomethane, increase in thermal and electrical energy and environmental production.

*Key words:* technology, processing, utilization, organic waste, livestock complex, management.

### **Актуальность проблемы**

Промышленное производство мяса сталкивается с проблемой органических отходов, загрязняющих воздух, воду и почву. Одним из основных ис-

точников загрязнения является навоз, который попадает в воду, почву, атмосферу и вносит в них значительный объем биогенных веществ. Переработка и утилизация навоза, а также других выделений уже длительное время представляет серьезную проблему для комплексов, специализирующихся на производстве мяса. Известно, что микробное и общее загрязнение в районе расположения животноводческих комплексов в 8-10 раз превышает естественный фон загрязнения почвенного и снежного покрова. Причиной того, что органические отходы стали сегодня серьезной экологической проблемой всех без исключения регионов России, загрязняя почву, грунтовые воды и воздух, является отсутствие совершенной технологии их переработки и утилизации. Защита окружающей среды требует, чтобы значительные объемы органических отходов, производимые сегодняшним животноводством, перерабатывались экологически целесообразными технологиями.

### **Патентно-технический анализ**

Технология относится к полной переработке и утилизации органических отходов с получением электроэнергии, тепловой энергии, оборотной воды и удобрений.

Известен способ для переработки навозных сточных вод, например, свиноводческих комплексов, реализованный в виде линии с технологическими операциями сбора и разделения стока на жидкую и твердую фракции, аэробной очистки жидкой фракции, обработки ила, обеззараживания стока, стабилизации осадка при доведении степени очистки жидкой фракции до параметров, требуемых для сброса ее в водоемы [1, С. 46-48, рис.8]. Недостатками этого способа являются не получение биометана, электрической и тепловой энергии, жидких удобрений из-за отсутствия процессов сбора биогаза и переработки жидких и твердых фракций в тепловую и электрическую энергию.

Известен способ для переработки навоза и других сельскохозяйственных отходов, реализованный в виде комплексной системы, в которой предусмотрены следующие технологические операции: подача навоза и подогретого воздуха в ферментационную емкость, аэрация ферментируемой жижи с конденсированием избыточной влаги, накопление компонентов компостной смеси, отделение из нее грубых включений и измельчение [2]. Недостатками этого способа являются невозможность получения биометана, электрической и тепловой энергии из-за отсутствия процессов сбора биогаза и переработки жидких и твердых фракций – в тепловую и электрическую энергию.

Известен способ для безотходной очистки стоков фермы, позволяющий проводить метановое брожение жидкой фракции с выделением биогаза, его утилизацию с получением горячей воды, использование полученной горячей воды на обогрев метантенка, газгольдера, сушильных аппаратов, обработку перебродившей биомассы с отделением утилизируемого в качестве удобрения осадка [3]. Недостатками этого способа являются: не получение биометана, а также электроэнергии и жидких удобрений из-за отсутствия переработки полученной тепловой энергии в электрическую, а также сжигание биогаза вместо твердых фракций помета при выработке тепловой энергии.

Более близким к разработанной технологии является способ, включающий в себя операции по сбору помета, сбраживанию его в анаэробной среде с получением и сбором биогаза, сепарированию перебродившего помета с получением твердой и жидкой фракций, используемых для получения удобрений, с осуществлением утилизации отходящих газов и воздуха из производственных помещений [4]. Однако данный способ имеет недостаточно высокую эффективность процессов переработки и утилизации отходов.

Существенное повышение эффективности процессов переработки и утилизации отходов животноводческого комплекса за счет использования создаваемого биотоплива, экономии получаемого биогаза, повышения энергоотдачи, получения минеральных удобрений и утилизации собственных отходов достигается в запатентованном техническом решении [5].

### **Основные операции технологии**

Разработанная технология переработки и утилизации органических отходов, отображенная функционально-поточковой схемой (рис.), включает в себя 12 основных операций:

- 1 - сбор помета и подстилочного материала, который поступает, например, от животноводческого комплекса;
- 2 - сбраживание помета при добавлении метаногеновых бактерий и отсутствии доступа воздуха с получением биогаза;
- 3 - очистка биогаза с получением биометана и жидких органических удобрений;
- 4 - разделение перебродившего помета с получением твердой и жидкой фаз;
- 5 - выпаривание жидкой фазы перебродившего помета с получением сухих органических удобрений и оборотной воды;
- 6 - измельчение подстилочного материала;

7 - смешивание твердой фазы перебродившего помета и измельченного подстилочного материала с получением твердых органических удобрений и смеси для сжигания;

8 - переработка смеси для сжигания с получением биотоплива;

9 - очищение воздуха, собранного из производственных помещений, с получением жидких органических удобрений и насыщенного воздуха;

10 - сжигание биотоплива при подаче насыщенного воздуха с получением тепловой и электрической энергий и сухих минеральных удобрений;

11 - очистка отходящего газа, образовавшегося при сжигании биотоплива, путем пропускания через воду с получением жидких минеральных удобрений;

12 - утилизация очищенного отходящего газа.

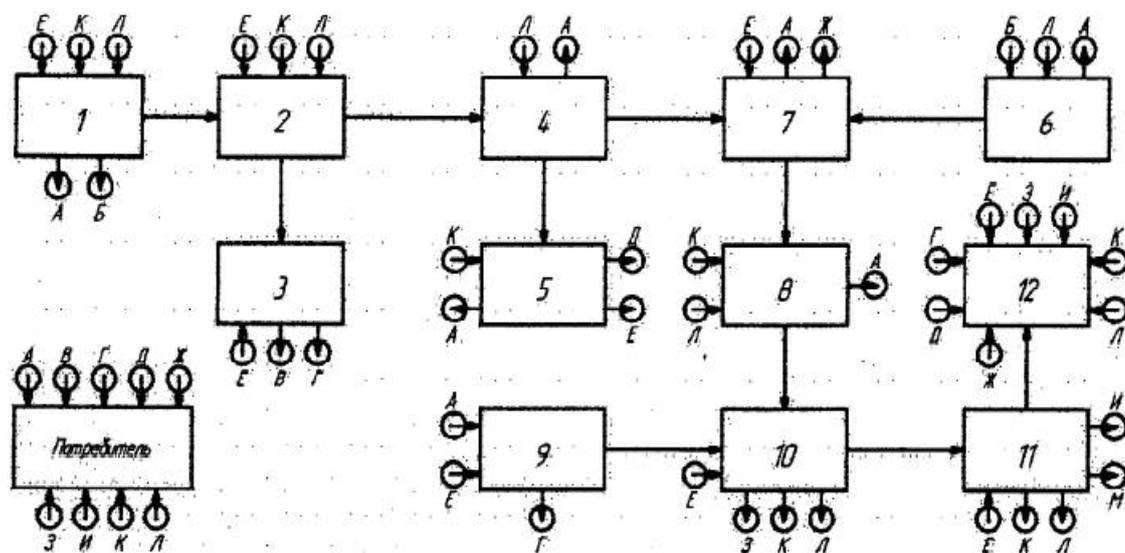


Рис. Функционально-потокоская схема разработанной технологии переработки и утилизации органических отходов.

На этой же схеме показаны входы и выходы следующих потоков: А - воздух из помещений; Б - подстилочный материал; В - биометан; Г - жидкое органическое удобрение; Д - сухие органические удобрения; Е - обратная вода; Ж - твердые органические удобрения; З - сухие минеральные удобрения; И - жидкие минеральные удобрения; К - тепловая энергия; Л - электроэнергия.

### Технология в действии

Собирают (1) помет и подстилочный материал для дальнейшей перера-

ботки. Помет подают (входная стрелка, блок 2) для метанового сбраживания (2), например, добавляют к сбраживаемой массе метанобразующие бактерии. Собирают и подают (входная стрелка блок 3) биогаз, очищают (3), например, с помощью воды, и подают (выходы В и Г, блок 3) потребителю. После завершения цикла брожения в блоке 2 помет подают в блок 4, в котором сепарируют (4). Жидкую фазу после сепарирования подают в блок 5, выпаривают и конденсируют воду (5). Полученную воду возвращают (выход Е, блок 5) на нужды комплекса либо транспортируют (выход Е, блок 5) потребителю. Выход Д, блок 5 - сухой остаток в виде органического удобрения собирают и помещают на хранение.

Подстилочный материал подают (вход Б, блок 6), где измельчают (6) и затем смешивают (блок 7) с твердой фазой перебродившего сепарированного помета. Полученную смесь делят (блок 7) на смесь для сжигания (выходная стрелка, блок 7) и твердые органические удобрения (выход Ж, блок 7). Смесь для сжигания проходит дополнительный процесс подготовки (блок 8) и поступает (блок 10) в печь как экологичное биотопливо. Тепло, полученное при сжигании биотоплива с подачей (выходная стрелка блока 9) насыщенного воздуха, используется для превращения воды, поданной извне, в пар, с помощью которого вырабатывают электроэнергию (выход К, блок 10) в турбогенераторах. Сухой остаток после сжигания биотоплива собирают и подают (выход З, блок 10) на склад в качестве минеральных удобрений. Отработавший пар используют (выход Л, блок 10) в комплексе либо подают потребителю. Холодную воду собирают с комплекса и от пользователя и подают (вход Е, блок 10).

Помимо пара также используют горячий воздух из печи. После очистки и охлаждения (блок 11) с помощью него генерируют (выход Л, блок 11) электроэнергию, например, в турбогенераторах, затем его подают (входная стрелка, блок 12) в теплицу для утилизации оставшихся продуктов горения. А воду, применяемую для очистки отходящего газа, затем сливают и используют в качестве жидкого минерального удобрения.

### **Пример осуществления**

В качестве примера реализации технологии рассмотрен комплекс крупного рогатого скота (КРС) с 50 головами коров. Каждая корова, в среднем, дает 35-60 кг помета в сутки. Также в комплексе используют примерно 5-10 кг сена/силоса в качестве подстилочного материала и не съеденного

корма. Тогда для 50 коров выход составляет: помета - 1,75-3 т и подстилочного материала - 0,25-0,5 т. Для сбраживания необходимо, чтобы влажность помета составляла более 90%, а исходная влажность составляет примерно 80%. Тогда на 1,75-3 т помета необходимо добавить 220-380 л воды. Известно, что с тонны помета КРС при брожении выделяется 40-60 м<sup>3</sup> биогаза с содержанием метана 60%, отсюда выход биометана - 24-36 м<sup>3</sup>.

Перебродивший помет сепарируют до влажности в 15%. Допуская двадцатипроцентную потерю массы помета при брожении в виде выхода биогаза и испарения воды, выход твердой фазы перебродившего помета после сепарирования составит 0,35-0,54 т. Далее к этому объему нужно добавить подстилочный материал. Тогда, общая масса получаемой смеси в виде биотоплива составит 0,6-1,04 т.

По известным параметрам тепловыделения при сжигании биогаза и биотоплива подсчитаем энергетический баланс. Зная примерную плотность биогаза, можно подсчитать его массу: 1 кубометр биогаза весит 0,67 кг. При сжигании 1 кг биогаза выделяется энергии 34 МДж, тогда получим, что в сутки будет произведено примерно от 911 до 1367 МДж тепловой энергии.

Принимая, что выделение энергии при сжигании полученного биотоплива (смеси твердой фазы перебродившего помета и подстилочного материала) примерно такое же, как и при сжигании дерева, получаем, что в сутки будет произведено примерно 6000-10400 МДж тепловой энергии. Отношение произведенных энергий показывает, что выработка энергии при сжигании получаемого биотоплива выше, чем при сжигании биогаза от 7,6 до 9,4 раза.

Зная, что в технологии по прототипу сжигается биогаз, и за счет этого вырабатывается тепловая и электрическая энергии, и предполагая даже пятидесятипроцентные потери энергии, видно, что эффективность предложенной технологии по энергетическому балансу выше в 3,8 раза. При определении экономической выгоды нужно учесть доход от производства удобрений, утилизации отходящего газа и реализации биометана.

Выявлены особенности управления технологическим процессом на основе контроллера с ПИД – законом регулирования, дополненного интеллектуально определяемой прогнозной составляющей [6, 7]. Данная разработка является одной из составляющих обустроенного автором современного научного направления «Технологии интеллектуального управления состоянием природно-техногенных объектов».

## Заключение

Органические отходы стали сегодня серьезной экологической проблемой всех без исключения регионов России из-за загрязнения почвы, грунтовых вод и воздуха. Повышение эффективности процессов переработки и утилизации органических отходов, преимущественно животноводческого комплекса – актуальная научно-техническая проблема.

Разработанная технология по полученному патенту на изобретение предусматривает: выпаривание жидкой фазы перебродивших отходов, сжигание части однородной массы, получение из биогаза биометана с насыщением воды органическими веществами, сбор воздуха из производственных помещений, очищение отходящего газа от твердых летучих примесей с насыщением используемой воды минеральными веществами.

Разработанная технология является высокоэффективной, поскольку обеспечивает повышенный выход биометана, прирост тепловой и электрической энергий, а также соответствует требованиям экологии.

Управление технологическим процессом на основе контроллера с пропорционально-интегрально-дифференциальным законом регулирования, дополненного интеллектуально определяемой каждый раз прогнозной составляющей, способствует существенному росту эффективности производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ворошилов Ю.И., Дурыбаев С.Д., Ербанова Л.Н. и др. Животноводческие комплексы и охрана окружающей среды. М.: Агропромиздат, 1991. 205 с.
2. Пузанков А.Г. и др. Комплексная система для переработки навоза и других сельскохозяйственных отходов / Патент РФ № 2169450. Оpubл. 27.06.2001.
3. Глазков И.К., Ковалев А.А., Лосяков В.П. Безотходный способ очистки стоков фермы. Патент РФ № 2083510. Оpubл. 10.07.1997.
4. Василенко И.Ф., Шеповалов В.Д., Пузанков А.Г. и др. Способ утилизации продуктов жизнедеятельности животных, преимущественно навоза. Патент SU № 836829 А. Оpubл. 30.03.1984. Бюл. № 12.
5. Владов Ю.Р., Куваков Т.Р., Мачнев Д.А. Способ переработки и утилизации отходов животноводческого комплекса. Патент РФ № 2410594. Оpubл. 27.05.2011. Бюл. № 15.
6. Vladov Yu.R., Vladova A.Yu. Control Signals of a Predictive Industrial PID Controller. Russian Engineering Research. 2018. 38 (5): 399-402. DOI: 10.3103/S1068798X18050210.
7. Vladov Yu.R., Vladova A.Yu. Two-stage workflow control witch a predictive component. 17th IFAC Workshop on Control Applications of Optimization CAO-2018: Yekaterinburg, Russia, 15-19 Oktober 2018. IFAC-PapersOnLine. 2018. 51 (32): 712-716. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240589631833163X>.

*Получена 21 января 2019 г.*

*(Контактная информация: Владов Юрий Рафаилович – д.т.н., профессор, заведующий лабораторией Отдела геоэкологии ОФИЦ УрО РАН; адрес: 460014, г. Оренбург, ул Набережная 29; тел. 8(3532)77-56-70, факс (3532)77-06-70; e-mail geoecol-jnc@mail.ru).*

---

---

## LITERATURA

1. Voroshilov Yu.I., Durybaev S.D., Erbanova L.N. i dr. Zhivotnovodcheskie komplekсы i ohrana okruzhayushchej sredy. M.: Agropromizdat, 1991. - 205 s.
2. Kompleksnaya sistema dlya pererabotki navoza i drugih sel'skohozyajstvennyh othodov / Puzankov A.G. i dr. // Patent RF RU 2169450, MPK7 A01C 3/02, C05F 3/06, zayavka 2000127564/13, prioritet 03.11.2000, opubl. 27.06.2001.
3. Bezothodnyj sposob ochistki stokov fermy / Glazkov I.K., Kovalev A.A., Losyakov V.P. // Patent RF 2083510, MPK C02F 11/04, prioritet 24.08.1994, opubl. 10.07.1997.
4. Sposob utilizacii produktov zhiznedeyatel'nosti zhivotnyh, preimushchestvenno navoza / Vasilenko I.F., Shepvalov V.D., Puzankov A.G. i dr. // Patent SU 836829 A, C05F 3/00, zayavka 2145596/30-15, prioritet 17.06.1975, opubl. 30.03.1984, Byul. № 12. Sposob pererabotki i utilizacii othodov zhivotnovodcheskogo kompleksa / Vladov Yu.R., Kuvakov T.R., Machnev D.A. // Patent 2410594, S05F 3/00, prioritet 14.04.2010, opubl. 27.05.2011.
5. Vladov, Yu.R. Control Signals of a Predictive Industrial PID Controller / Yu.R. Vladov, A.Yu. Vladova // Russian Engineering Research, 2018, Vol. 38, No. 5, pp. 399–402. Russian Engineering Research DOI: 10.3103/S1068798X18050210.
6. Vladov, Yu.R. Two-stage workflow control witch a predictive component / Yu.R. Vladov, A.Yu. Vladova // 17th IFAC Workshop on Control Applications of Optimization CAO-2018: Yekaterinburg, Rossia, 15-19 Oktober 2018. IFAC-PapersOnLine, Volume 51, Issue 32, 2018, Pages 712-716. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240589631833163X>.
7. Vladov, Yu.R. Control Signals of a Predictive Industrial PID Controller / Yu.R. Vladov, A.Yu. Vladova // Russian Engineering Research, 2018, Vol. 38, No. 5, pp. 399–402. Russian Engineering Research DOI: 10.3103/S1068798X18050210;

### Образец ссылки на статью:

Владов Ю.Р. Технология переработки и утилизации органических отходов. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2019. 1: 7с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2019-1/Articles/VYR-2019-1.pdf>)

DOI: 10.24411/2304-9081-2019-11010.