

УДК 69.01: 631.117.4

## КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРАРНЫХ СОЦИОЭКОКОМПЛЕКСОВ, КАК ЗАМКНУТОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

САВИЦКИЙ Н. В.<sup>1</sup>, *д.т.н, проф.*,  
ОЖИЩЕНКО О. А.<sup>2</sup>, *к.т.н., доц.*,  
БАБЕНКО М.М.<sup>3</sup>, *к.т.н., доц.*,  
КОВАЛЬ А.С.<sup>4</sup>, *соискатель*

<sup>1</sup> Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепрпетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [sav15@ukr.net](mailto:sav15@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-0002-0003

<sup>2</sup> Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепрпетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [olga.ozhyschenko@gmail.com](mailto:olga.ozhyschenko@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-0950-4582

<sup>3</sup> Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепрпетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [babenko.marina@yahoo.com](mailto:babenko.marina@yahoo.com), ORCID ID: 0000-0002-0775-0168

<sup>4</sup> Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепрпетровск, Украина

**Аннотация.** Ежегодно страны Европейского Союза образуют около 1,3 миллиардов тонн отходов, из которых примерно 700 млн. составляет отходы сельскохозяйственного производства. Проблема утилизации данных вторичных продуктов производства требует эффективного решения. На сегодняшний день значительная часть отходов растительного происхождения подвергается сжиганию, что не соответствует концепции устойчивого развития. Работа посвящена рассмотрению процессов жизнедеятельности и производственной деятельности человека с учетом жизненного цикла с позиций концепции устойчивого развития. Такой подход направлен на удовлетворение жизненных потребностей человека, безопасную интеграцию человека и производства в природную среду, улучшение качества жизни сельского населения. **Цель.** Рассмотрение возможности комплексного использования сельскохозяйственных отходов и побочных продуктов для обеспечения устойчивого развития аграрного сектора и селитебных территорий, как замкнутой экосистемы. **Результаты.** Разработана общая схема, предполагающая комплексное использование сельскохозяйственных отходов и побочных продуктов для обеспечения устойчивого развития аграрного сектора и селитебных территорий, как замкнутой экосистемы. **Научная новизна и практическая значимость** данной работы заключаются в возможности создания экологической и дружелюбной по отношению к человеку и природе среды обитания путем использования отходов сельхозпроизводства, как возобновляемых, дешевых при строительстве, эксплуатации и утилизации экологически чистых строительных материалов; обеспечении высоких показателей энергоэффективности жилого и производственного сегментов аграрного сектора за счет применения растительных сельхозотходов, как эффективных термоизоляционных материалов оболочки здания и возобновляемых автономных источников энергии, отходов жизнедеятельности – как модификатора энергетического мазута; минимизация воздействия на природные экосистемы за счет инновационных пиролизных технологий утилизации ТБО, производственных отходов; поддержание направления органического земледелия путем восстановления биогумуса технологиями интенсивной минерализации растительных сельхозотходов, продуктов получения биогаза, продуктов очистных сооружений, продуктов пиролиза органических отходов. **Выводы.** Благодаря исследованию и разработке научных основ технологий утилизации сельскохозяйственных отходов и побочных продуктов (растительных, животного происхождения, любых вредных отходов) создается замкнутый цикл сельхозпроизводства и коммунального хозяйства в рамках аграрных социоэкокомплексов.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные отходы; побочные продукты; устойчивое развитие; замкнутая экосистема

## КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ АГРАРНИХ СОЦІОЕКОКОМПЛЕКСОВ ЯК ЗАМКНУТОЇ ЕКОСИСТЕМИ

САВИЦЬКИЙ М. В.<sup>1\*</sup>, *д.т.н, проф.*,  
ОЖИЩЕНКО О. А.<sup>2</sup>, *к.т.н., доц.*,  
БАБЕНКО М.М.<sup>3</sup>, *к.т.н., доц.*,  
КОВАЛЬ А.С.<sup>4</sup>, *здобувач*

<sup>1</sup> Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [sav15@ukr.net](mailto:sav15@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-4515-2457

<sup>2</sup> Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [olga.ozhshchenko@gmail.com](mailto:olga.ozhshchenko@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-0950-4582

<sup>3</sup> Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [babenko.marina@yahoo.com](mailto:babenko.marina@yahoo.com), ORCID ID: 0000-0002-0775-0168

<sup>4</sup> Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98

**Анотація.** Щорічно країни Європейського Союзу утворюють близько 1,3 млрд тонн відходів, з яких приблизно 700 млн. становлять відходи сільськогосподарського виробництва. Проблема утилізації даних вторинних продуктів виробництва вимагає ефективного вирішення. На сьогоднішній день значна частина відходів рослинного походження піддається спалюванню, що не відповідає концепції сталого розвитку. Робота присвячена розгляду процесів життєдіяльності та виробничої діяльності людини з урахуванням життєвого циклу з позицій концепції сталого розвитку. Такий похід спрямований на задоволення життєвих потреб людини, безпечну інтеграцію людини і виробництва в природне середовище, поліпшення якості життя сільського населення. **Мета.** Розгляд можливості комплексного використання сільськогосподарських відходів і побічних продуктів для забезпечення сталого розвитку аграрного сектору та сільбищних територій, як замкнутої екосистеми. **Результати.** Розроблено загальну схему, що передбачає комплексне використання сільськогосподарських відходів і побічних продуктів для забезпечення сталого розвитку аграрного сектору та сільбищних територій, як замкнутої екосистеми. **Наукова новизна і практична значимість** даної роботи полягають у можливості створення екологічної і доброзичливої по відношенню до людини і природи середовища проживання шляхом використання відходів сільгоспвиробництва, як поновлюваних, дешевих при будівництві, експлуатації та утилізації екологічно чистих будівельних матеріалів; забезпеченні високих показників енергоефективності житлового та виробничого сегментів аграрного сектору за рахунок застосування рослинних сільгоспвідходів, як ефективних термоізоляційних матеріалів оболонки будівлі та відновлюваних автономних джерел енергії, відходів життєдіяльності - як модифікатора енергетичного мазуту; мінімізація впливу на природні екосистеми за рахунок інноваційних піролізних технологій утилізації ТПВ, виробничих відходів; підтримання напрямку органічного землеробства шляхом відновлення біогумусу технологіями інтенсивної мінералізації рослинних сільгоспвідходів, продуктів отримання біогазу, продуктів очисних споруд, продуктів піролізу органічних відходів. **Висновки.** Завдяки дослідженню та розробці наукових основ технологій утилізації сільськогосподарських відходів і побічних продуктів (рослинних, тваринного походження, будь-яких шкідливих відходів) створюється замкнутий цикл сільгоспвиробництва та комунального господарства в рамках аграрних соціоекокомплексів.

**Ключові слова:** сільськогосподарські відходи; побічні продукти; сталий розвиток; замкнута екосистема

## INTEGRATED USE OF AGRICULTURAL WASTE FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL SOCIO-ECO- COMPLEXES AS CLOSED ECOSYSTEM

SAVYTSKYI M.V. <sup>1\*</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
OZHYSHCENKO O. A. <sup>2</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*,  
BABENKO M.M. <sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*,  
KOVAL A.S. <sup>4</sup>, *Applicant*

<sup>1\*</sup> Department of Reinforce-Concrete and Stone Constructions, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [sav15@ukr.net](mailto:sav15@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-4515-2457

<sup>2</sup> Department of Reinforce-Concrete and Stone Constructions, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [olga.ozhshchenko@gmail.com](mailto:olga.ozhshchenko@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-0950-4582

<sup>3</sup> Department of Reinforce-Concrete and Stone Constructions, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [babenko.marina@yahoo.com](mailto:babenko.marina@yahoo.com), ORCID ID: 0000-0002-0775-0168

<sup>4</sup> Department of Reinforce-Concrete and Stone Constructions, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine

**Abstract.** Every year, the European Union will yield about 1.3 billion tons of waste, of which about 700 million make agricultural residues. The problem of disposal of these by-products manufacturing requires effective solutions. To date, much of the waste incineration plant is exposed, which is not consistent with the concept of sustainable development. The work is devoted to the vital processes of human and industrial activity, taking into account the life cycle from the standpoint of the concept of sustainable development. Such an approach aims to meet the vital needs of human rights and the integration of secure production environment, improve the quality of life of the rural population.

**Goal.** Consideration of the comprehensive utilization of agricultural wastes and by-products for the sustainable development of the agricultural sector and the residential areas as a closed ecosystem. **Scientific novelty and practical significance** of this work lies in the possibility of creating environmental and friendly to human and nature habitats through the use of agricultural waste as a renewable, cheap in construction, operation and disposal of environmentally friendly building materials; ensuring high energy efficiency of residential and industrial segments of the agricultural sector through the use of plant agricultural run as efficient thermal insulation of the building envelope and renewable autonomous energy sources, waste products - as a modifier of energy fuel oil; minimizing impacts on natural ecosystems through innovative pyrolysis technology of solid waste disposal, industrial waste; maintaining the direction of organic farming by restoring vermicompost technology intensive mineralization of plant agricultural run-off, biogas products, products of sewage treatment plants, pyrolysis products of organic waste. **Conclusions.** Thanks to the research and development of scientific bases of technologies of recycling of agricultural wastes and by-products (plant, animal, any hazardous waste) creates a vicious cycle of agricultural and municipal services within the agrarian socio-eco-complexes.

**Keywords:** Agricultural waste; byproducts; sustainable development; closed ecosystem

## Введение

Ежегодно страны Европейского Союза образуют около 1,3 миллиардов тонн отходов, из которых примерно 700 млн. составляют отходы сельскохозяйственного производства. Проблема утилизации данных вторичных продуктов производства требует эффективного решения. На сегодняшний день значительная часть отходов растительного происхождения подвергается сжиганию, что является нецелесообразным в экономическом плане и экологически небезопасным мероприятием по причине выделения в атмосферу больших объемов парниковых газов, наносящих вред окружающей среде.

Концепция устойчивого развития любой системы базируется на трех составляющих – социальной, экономической и экологической. Первая составляющая подчеркивает необходимость при рассмотрении любой проблемы ставить во главу разумные потребности личности и человеческого сообщества. Экономическая составляющая подчеркивает необходимость организации эффективной производственной деятельности. Третья, экологическая, составляющая подчеркивает необходимость создания искусственных дружественных объектов и систем по отношению к человеку и окружающей среде.

Данная работа основывается на концепции устойчивого развития и посвящена рассмотрению процессов жизнедеятельности и производственной деятельности человека с учетом жизненного цикла. Такой поход направлен на удовлетворение жизненных потребностей человека, безопасную интеграцию человека и производства в природную среду, улучшение качества жизни широких слоев общества.

## Цель

Целью данной работы является рассмотрение возможности комплексного использования сельскохозяйственных отходов и побочных продуктов для обеспечения устойчивого развития аграрного сектора и селитебных территорий, как замкнутой экосистемы.

## Изложение основного материала

### 1. Состояние вопроса исследования

Современная система территориальной планировки требует не только преобразования существующей системы сельских поселений под новые экономические и экологические условия, но и создания поселений нового типа – экопоселений. При этом необходимым является использование инновационных технологий в разработке новых типов жилья, организации производства, эффективном потреблении ресурсов, сфере обслуживания, рекреации, управлении и др. Объединение всех этих элементов возможно в территориальном образовании – «высокотехнологичном социо-экокомплесе» (от лат. *societas* — общество; от англ. *ecology*, *economy* – экология, экономика; от лат. *complex* - связь, сочетание) - система, совокупность чего-либо, объединенного вместе, имеющего общее предназначение, и отвечающего какой-либо определенной общей цели.

Проблема создания и формирования поселений нового типа, основные характеристики и современные тенденции развития зарубежных экологических поселений представлены в аналитических работах [1, 2]. В этой связи представляет интерес концепция экопоселений по [3], на основе родового поместья по [4],

двухполюсная община [5, 6], устойчивого использования ресурсов [7], жизнь на природе [8], для организации экологически чистого пространства жизни группы людей, организующих питание за счёт органического сельского хозяйства, идейной общины [9], поселения, сельские и городские, стремящиеся создать модель устойчивого развития [10], комбинирование высокого качества жизни, сохранение природных ресурсов, продвижения холостических подходов, которые естественно интегрируются в экологию жилья, образование, приобщенность к принятию решений, зеленым технологиям и бизнесу [11], общины, в которых чувствуют поддержку окружающих и ответственные за тех, кто рядом [12], родовое поселение – населённый пункт, в котором каждая семья будет жить в собственном родовом поместье [13... 17].

Известно, что экстенсивное земледелие истощает плодородие почвы, как основы всего живого на планете Земля. Поэтому чрезвычайно важно сохранение биогумуса как основы родючести земли. Имеются технологии, направленные на сохранение биогумуса за счет органических отходов и рециклинга отходов сельхозпроизводства, которые необходимо использовать и совершенствовать.

Для сохранения здоровья людей чрезвычайно важным является развитие органического земледелия для получения экологически чистых и малозатратных пищевых продуктов.

В связи с вышесказанным исследования, направленные на создание замкнутой аграрной экосистемы, включающей жилые социозоокомплексы, землю, как среду обитания человека и основу сельскохозяйственной деятельности, агропроизводства, где эффективно используются отходы и побочные продукты, являются актуальными.

## **2. Разработка технологий использования сельскохозяйственных отходов, как строительных материалов для создания экологических жилых зданий.**

Практика применения растительных материалов и отходов жизнедеятельности животных в строительстве жилых зданий и производственных построек имеет тысячелетние традиции. Они использовались в традиционных зданиях при изготовлении стеновых материалов из самана (солома, костра конопля, костра льна), при устройстве кровли (солома), в отделочных конструктивах и слоях – полы, штукатурка (конский навоз).

В связи с повышением требований к энергоэффективности зданий сегодня разделяются несущие и ограждающие функции конструкций зданий. Нами разработана конструкция экозданий, где в качестве несущих конструкций используется деревянный каркас. При этом возможно использовать сельхозотходы растительного происхождения, как

высокоэффективные термоизоляционных материалов (солома, костра конопля, костра льна).

Одним из путей рациональной утилизации вторичных продуктов сельскохозяйственного производства является применение данных материалов в связанном виде в качестве сырья для производства теплоизоляционных материалов.

В Национальном центре экологической архитектуры и зеленого строительства ГБУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» ведутся работы по разработке экспериментальных составов и изучению свойств теплоизоляционных материалов из возобновляемых ресурсов растительного происхождения. В качестве заполнителя используется солома злаковых культур, костра конопля, льна, в качестве вяжущего – жидкостекольные композиции в системе с отвердителем. Полученные образцы материалов имеют достаточно низкую плотность и теплопроводность, а так же прочность на сжатие при 10%-ной деформации, достаточную для процесса транспортировки и монтажа изделий. Однако для получения оптимальных составов требуется глубокое изучение свойств исходных материалов, процесса структурообразования теплоизоляционного композиционного материала, его физико-механических и теплотехнических свойств.

Разработка материалов на основе растительного волокна позволяет решить проблему утилизации сельскохозяйственных отходов и одновременно получить недорогие эффективные теплоизоляционные материалы на основе экологически чистого быстро возобновляемого местного сырья.

В дальнейшем планируется проведение исследований оптимальных параметров ограждающих конструкций зданий, определяющих уровень энергоэффективности, объемы использования растительных отходов сельхозпроизводства, стоимостные показатели жизненного цикла экологических зданий на основе отходов сельхозпроизводства растительного происхождения

## **3. Совершенствование технологий и исследование параметров технологических процессов утилизации растительных отходов**

К данной области относятся вопросы минерализации растительных отходов и восстановления биогумуса плодородного слоя; производство биогаза, как энергетического сырья для целей теплоснабжения и горячего водоснабжения экозданий, а также утилизация остаточных продуктов биогаза; производство пеллет, как твердого топлива, из растительных отходов сельхозпроизводства. Рассмотрим подробнее каждый из вышеперечисленных направлений.

**Минерализация растительных отходов и восстановление биогумуса плодородного слоя.** В

рамках данной проблемы развиваются технологии интенсивной экологически обоснованной минерализации растительных отходов, как органического удобрения и восстановления биогумуса плодородного слоя.

Для возобновления биологического кругооборота живой клетки в природе применяется биокатализ. Лабораторные исследования показали хорошие результаты по ускоренному восстановлению гумуса путём соединения различных органических составляющих, что позволяет восстанавливать почву в течении нескольких лет.

В рамках исследований проводится работа по подбору составов исходной смеси: из растительных отходов – переработанная солома, технологически подготовленная для ускоренного разложения; помёт – обработанного ферментами; составов различных ферментов для обработки органики и помёта (навоза); выбор наиболее эффективных технологий приготовления смеси – ультразвуковая, термическая, кавитационная.

Что касается вопросов производства **биогаза**, то на сегодняшний день уже существуют определенные технологии его производства. Но все они не лишены недостатков и следовательно, требуют усовершенствования. Ввиду последних событий в Украине, а также значительного роста цен на природный газ, производство биогаза становится еще более актуальным и перспективным направлением исследований. Биогаз может быть использован как энергетическое сырье для целей теплоснабжения и горячего водоснабжения экозданий и технологических производственных процессов. Остаточные же продукты производства биогаза могут быть использованы как органические удобрения. На сегодняшний день разработана технология подготовки органики для подачи в метантанк с дальнейшей обработкой ферментами, что позволяет произвести ускоренную метанизацию с повышенным содержанием метана в биогазе.

Производство пеллет также не является пилотным проектом. Но предлагается усовершенствованные технологии производства пеллет, как твердого топлива, из растительных отходов сельхозпроизводства (солома, кукурузные кочерыжки, шелуха зерна подсолнечника). Таким образом, решается несколько задач одновременно: утилизация отходов сельхозпроизводства, создание экологически чистого топлива, что соответствует концепции устойчивого развития.

#### **4. Совершенствование технологий утилизации отходов переработки жизнедеятельности животных и птиц, а также мясного производства**

**Технологии биогаза.** Известно, что за счет применения различных технологий подготовки органических отходов (помёт, навоз) при помощи ультразвука, ферментации, кавитации повышается эффективность получения метана из биогаза. По предлагаемым разработкам в зависимости от

качества органики и применения технологий получается выход метана до 70% по сравнению с 55% по известным технологиям.

На сегодняшний день проводятся исследования по обоснованию экономической целесообразности использования минибиогазовых установок объемом 2-3 м<sup>3</sup>, для автономного обеспечения жилых зданий, небольших фермерских хозяйств газом, высококачественными удобрениями и утилизации пищевых отходов, помёта, навоза.

**Утилизация продуктов очистных сооружений.** В рамках данной работы также проводятся научные исследования, связанные с технологией утилизации продуктов очистных сооружений и получения биомазута, который по своим показателям превосходит мазут М-100 по калорийности, по стоимости, по вредным выбросам при сжигании. Это позволяет снизить или полностью отказаться от потребления газа и перейти на потребление более дешёвого топлива.

Доказана возможность получения удобрений из смеси «помёт – солома - кек очистных сооружений». Оптимизируется состав смеси для получения удобрений.

#### **5. Инновационные технологии утилизации растительных отходов и побочных продуктов, как энергетического сырья, в пиролизных печах.**

На сегодняшний день известны технические решения по утилизации отходов сельскохозяйственного производства и отходов жизнедеятельности (резиновые шины автотехники, пластиковая упаковка, вредные вещества – некондиционные минеральные удобрения, ДДТ), за счет использования процесса пиролиза в пиролизных печах. Полученное при пиролизе тепло может быть использовано для нагрева теплоносителей.

Важным достоинством пиролизных печей является снижение выбросов вредных веществ в атмосферу (высокая температура в камере подавляет выделение СО). В качестве топлива для пиролизного сжигания могут быть использованы: пеллеты и брикеты из шелухи зерновых культур, семечек и из других растительных отходов сельскохозяйственного производства, а также из органических твердых бытовых отходов; различные упаковочные материалы.

Недостатками существующий пиролизных печей являются энергозависимость (невозможность работы без дымососа), требовательность к влажности топлива, нестабильность горения и образование дёгтя в газоходах.

Для оптимизации работы и устранения недостатков существующих пиролизных установок проведены научно-исследовательские работы по обоснованию следующих инновационных технических решений, отсутствующих в других известных пиролизных установках:

– разработка топливного контейнера, для обеспечения загрузки топлива за пределами камеры пиролиза.

– для облегчения удаления пиролизного газа из камеры пиролиза топлива изменен принцип перемещения парогазовой смеси продуктов пиролиза топлива за счет принудительного перемещения пиролизного газа по схеме «снизу вверх»;

- разработано техническое решение байпас-газохода, которое позволит обеспечить перемещение продуктов пиролиза (пиролизного газа) в камеру высокотемпературного сжигания внутри печи силой естественной тяги, без использования вытяжного вентилятора или дымососа;

- разработано техническое решение камеры сгорания, исключающей потери тепловой энергии сгорания пиролизного газа за счет контакта сжигаемого пиролизного газа с нагреваемым воздухом или водой, а также обеспечивающей генерирование большего количества тепловой энергии за счет более полного сжигания пиролизного газа.

- разработано техническое решение основной камеры высокотемпературного сжигания пиролизного газа с целью производства тепловой энергии для нагрева теплоносителей (воды и воздуха), используемых для обогрева помещений и производства горячей воды.

- разработана дополнительная камера высокотемпературного сжигания пиролизного газа для дожигания топлива, не сгоревшего при температуре его пиролизного сжигания.

-разработан механизм для перемещения не сгоревшего топлива из камеры пиролизного сжигания в камеру высокотемпературного дожигания.

- разработана дополнительная камера осушения и нагревания топлива путем рекуперации тепловой энергии золы и пепла сожженного топлива.

- разработано программное обеспечение автоматического режима работы установки и эффективного управления процессами дегидратации и сжигания топлива, а также стабилизацией температуры получаемого теплоносителя.

Полученная многофункциональная, многотопливная и энергосберегающая пиролизная установка может быть использована для полного автономного энергообеспечения жилых и производственных помещений тепловой энергией для водяного или воздушного отопления помещений, подогрева воды для бытового, технического или производственного применения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Новости Союза Экопоселений России (СЭР) Аналитическая справка. В.В.Степанов, О.В. Семенова, В.А.

## Научная новизна и практическая значимость

Особенностями практических результатов данной работы являются:

1. Создание экологической и дружелюбной по отношению к человеку и природе среды обитания путем использования отходов сельхозпроизводства, как возобновляемых, дешевых при строительстве, эксплуатации и утилизации экологически чистых строительных материалов.

2. Обеспечение высоких показателей энергоэффективности жилого и производственного сегментов аграрного сектора за счет применения растительных сельхозотходов, как эффективных термоизоляционных материалов оболочки здания и возобновляемых автономных источников энергии (совершенствование процесса получения биогаза и твердотопливных пеллет), отходов жизнедеятельности – как модификатора энергетического мазута.

3. Минимизация воздействия на природные экосистемы за счет инновационных пиролизных технологий утилизации ТБО, производственных отходов.

4. Поддержание направления органического земледелия путем восстановления биогумуса технологиями интенсивной минерализации растительных сельхозотходов, продуктов получения биогаза, продуктов очистных сооружений, продуктов пиролиза органических отходов.

## Выводы

Результаты исследований направлены на разработку научных основ технологий утилизации сельскохозяйственных отходов и побочных продуктов:

А) растительных – для применения в строительстве;

Б) растительных – для рециклинга в грунт и использования как энергетического сырья;

В) животного происхождения - для рециклинга в грунт и использования как энергетического сырья;

Г) любых вредных отходов - как энергетического сырья.

Таким образом создается замкнутый цикл сельхозпроизводства и коммунального хозяйства в рамках аграрных социоэкокомплексов.

Сафонов – [Электронный ресурс]: <http://subscribe.ru/archive/culture.people.ecovillage/2003>.

2. Роберт Гилман. Экодеревни и устойчивые поселения.- М., 2000 г.- [Электронный ресурс]: [www.rodniki.bel.ru](http://www.rodniki.bel.ru).

3. Румянцев В.И. Двухполюсная община - альтернативный путь развития общества. – [Электронный ресурс]: [awaken-777.livejournal.com/125012.html](http://awaken-777.livejournal.com/125012.html).
4. Экопоселения – жизнь на природе. – [Электронный ресурс]: <http://www.priroda.su/item/1969>.
5. Экологическое поселение. – [Электронный ресурс]: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Ecovillage>.
6. Что такое экопоселения? – [Электронный ресурс]: <http://readmas.ru/ya-ne-znayu/eco-life/chto-takoe-ekoposeleniya.html>.
7. Сайт Глобальной сети Экопоселений. – [Электронный ресурс]: <http://gen.ecovillage.org/>.
8. Сайты Родовых Поселений. – [Электронный ресурс]: <http://links.1-sovetnik.com/Megre-eco.html>.
9. Агро-полис. Философия новой жизни. – [Электронный ресурс]: <http://www.agro-polis.ru>.
10. Проекты родового поместья и экопоселениям – [Электронный ресурс]: <http://rostok-t.narod.ru/projects.htm>
11. Экопоселения на основе родовых поместий. – [Электронный ресурс]: <http://www.nashekodom.su/poselenie.htm>.
12. Родовые поместья, родовые поселения, экопоселения. – [Электронный ресурс]: <http://www.poselenia.ru/>.
13. Родовые экопоселения в Украине. – [Электронный ресурс]: <http://www.zagorodna.com/ru/jekologiya-jekologicheskie-poseleniya-ukrainy/rodovye-yekoposeleniya-v-ukraine.html>.
14. Природа, экология, эко-поселения. – [Электронный ресурс]: <http://www.ecology.md>.
15. Коммуна (социум). – [Электронный ресурс]: [http://www.assemblylenobl.ru/uslugi-piter/Коммуна\(социум\)](http://www.assemblylenobl.ru/uslugi-piter/Коммуна(социум)).
16. Экопоселения на основе родовых поместий – [Электронный ресурс]: <http://www.nashekodom.su/poselenie.htm>.
17. Ecovillage Directory - List of Ecovillages. – [Электронный ресурс]: <http://directory.ic.org/records/ecovillages.php>

*Статья рекомендована к публикации д-ром. техн. наук, проф. А. Н. Пишнько (Украина);*

Статья поступила в редколлегию 11.08.2015