ГЕТЕРОЛОГИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

*В.В. Смогунов¹, доктор техн. наук, профессор;
М.И. Вольников², кандидат техн. наук, доцент; Н.С. Кузнецов¹, студент*

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет», г. Пенза, Россия,
e-mail: smogunovvladimir@gmail.com

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Россия,
тел. +79273651772, e-mail: vmi1972@yandex.ru

Развитие сельскохозяйственных производств городских поселений привело к развитию всевозможных технологий обеспечения населения продовольствием. Это, в свою очередь, увеличило количество отходов, что вызвало проблему утилизации продуктов жизнедеятельности. Проводится исследование гетерологии технологий утилизации и развитие моделей утилизации отходов сельскохозяйственных производств. Методологически исследуются современные подходы на основе систематики технологий утилизации. Рассмотрены современные технологии утилизации сельскохозяйственных отходов. Приводится зарубежный опыт в решении проблемы утилизации. Рассмотрены проблемы утилизации отходов сельскохозяйственных производств в России. Основная проблема обусловлена недостаточной изученностью моделей и технологий утилизации и, в частности, утилизации отходов сельскохозяйственных производств. Намечены основные пути решения проблемы утилизации сельскохозяйственных отходов. Как результат, в статье поставлена и решена задача построения гетерологии технологий утилизации. Рассмотрена проблематика утилизации, развиты ее модели, исследована эффективность применений известных моделей. Разработана модель с мобильными мини-заводами утилизации с предприятий сельскохозяйственных производств и территорий. Решена задача построения гетерологии технологий утилизации. Построены модели технологий утилизации: эффективная модель с применением мини-заводов утилизации отходов, а также модели с использованием отходов при строительстве автодорог.

Ключевые слова: гетерология, технологии, утилизация, модели, мобильный мини-завод, отходы сельскохозяйственных производств, автодороги.

Введение

Гетерология – наука о функционировании и гибели гетерогенных структур и процессов.

Гетерология технологий использует инженерии информации, моделирование результатов натурных наблюдений. В отличие от известных, гетерология занимается изучением процессов, протекающих по границам сопряжений гетероструктур [1].

Рост численности населения Земли всегда вызывал проблемы обеспечения людей едой и, одновременно, утилизацией продуктов жизнедеятельности. Развитие сельскохозяйственных производств, городских поселений вызвало к жизни развитие всевозможных технологий обеспечения населения продовольствием и утилизацию продуктов жизнедеятельности. Дальнейшие цивилизационные преобразования относятся к эволюции человеческих сообществ: появлению науки, образования, медицины и пр. Концентрация людей и

продуктов их жизнедеятельности вызвала новые проблемы в утилизации отходов.

Исторически в России сложилось практическое отношение к отходам жизнедеятельности – отхожие места совмещались с местами органических отходов в виде компостных ям, перепревший органический материал которых затем использовался как органическое удобрение. Металл и макулатуру собирали пионеры, старую одежду, обувь собирали старьевщики, дерево сжигалось в печах, стекло сдавалось в пункты приема тары. Пластмассовых отходов до 70-х годов прошлого века практически не было.

В настоящее время сложилась странная ситуация именно с пластиковыми отходами, с пластиковой тарой, особенно в странах на побережье Атлантики.

Как всегда, так называемые «инновации» Запада распространяются по всему миру и всюду приводят к умноженным на благоглупости так называемых элит с их

жадностью к обогащению, экологическим, экономическим, социальным и прочим катастрофам.

Только бытовых отходов произведено в 2019 г. 1,4 млрд. тонн, к 2025 г. прогнозируется 2,2 млрд. тонн. Главный «мусорщик» в мире – США – 20 % [2]. Утилизируемые отходы представляют собой серьезный источник загрязнения, значительная часть твердых коммунальных отходов не могут быть превращены в полезные вещества, а распространенная технология утилизации отходов на мусоросжигательных заводах является экологической проблемой [3].

Проблема, решаемая в статье, обусловлена недостаточной изученностью моделей и технологий утилизации и, в частности, утилизации отходов сельскохозяйственных производств.

Методы и материалы

Утилизация – это «употребление с пользой» отходов. Она представляет собой комплекс мероприятий, направленных на сбор, транспортирование, сортировку и переработку отходов.

Создать абсолютно экологически чистую, безотходную технологию утилизации весьма проблематично.

На практике используют технологии захоронения, сжигания, нейтрализации отходов. Захоронение опасных отходов производят на месте образования для уменьшения риска загрязнения окружающей среды. Общий объем отходов, подлежащих захоронению, составляет около 30...35 % от общей массы.

В настоящее время основными технологиями утилизации являются захоронения, компостирования, термические, рециклинг, плазменные [4-8].

Технологии захоронения – один из самых распространенных способов, но этот метод распространён лишь на негорючие отходы, а также такие, которые могут выделять токсичные элементы в процессе горения. Полигоны для захоронения оснащены современными инженерными сооружениями, позволяющими изолировать вредные вещества.

Однако, проблема экологии остаётся, так как продукты распада отходов, попадающие в грунтовые воды, разносятся последними на многие километры от места захоронения, вызывая отравления сельскохозяйственных земель.

Растения вместе с грунтовыми водами поглощая эти продукты распада накапливают химикаты в корнеплодах, фруктах и овощах, которые затем попадая на стол к потребителю, отравляют человеческий организм.

Технология утилизации отходов компостированием позволяет утилизировать отходы путём естественного биологического разложения, которое снабжает сельские хозяйства полезными для почвы удобрениями, позволяющими нормализовать баланс минералов в земле.

Технология утилизации способом сжигания считается безотходной, так как отходы превращаются в золу, которая используется для изготовления минеральных удобрений, стройматериалов и пр. [9]. В сельском хозяйстве энергия сжигания используется для обогрева теплиц.

Плазменная переработка отходов – технология высокотемпературной газификации позволяет получать электроэнергию.

Результаты

Модели гетерологии технологий утилизации отходов базируются на индивидуальном и групповом подходах: мусор собирается в пластиковые пакеты, по мере заполнения пакеты либо выставляются у домовладений, либо выносятся в контейнеры у многоэтажек или в мусоропроводы. Далее мусор отвозится для захоронения на полигон или на сортировку с последующими компостированием, сжиганием.

Вместе с тем, утилизация пищевых отходов в частных домовладениях реализуется по технологиям компостирования и сжигания на месте с использованием простейших печей и древесных отходов с бумагой. В крупных городах с высокой плотностью населения целесообразной технологией является сжигание с использованием мусоросжигательных заводов. Большинство стран Западной Европы сжигают 30...50 % отходов (Дания – 54 %, Швеция – 49 %, Нидерланды – 39 %, Германия – 38 %); в Японии сжигается 75 % отходов. В Великобритании функционируют 28 мусоросжигательных заводов, планируется и строится 12 заводов в Англии, Шотландии и Уэльсе. Следует отметить бесперспективность этих технологий, так как продукты горения существенно влияют на структуру воздуха и потепление климата [9].

Исходя из практики разных стран, проблема управления отходами должна решаться на местах, внутри региона накопления отходов. Для этого необходимо привлекать не только местные коммунальные службы, но и местный бизнес.

Так называемые «мусорные реформы», идеи которых заключаются в отказе от захоронения мусора, пока еще находятся на начальной стадии. Для развития «мусорной реформы» необходимо создать систему управления отходами (рис. 1), включающую комплекс мероприятий по

сбору, сортировке, транспортировке, полноценной переработке отходов с получением выходного продукта, пригодного для использования в промышленности, быту, сельском хозяйстве и т.п. Процесс переработки отходов должен сопровождаться постоянным контролем над операциями как

внутри цикла переработки отходов, так и на выходе технологического цикла. Для организации контроля необходимо создание центров управления отходами, в которых стекалась бы информация, как по регионам, так и по стране в целом.

Рис. 1. Система управления отходами

Однако, везде стоит проблема с нехваткой специалистов в данной области. Выходом из сложившейся ситуации в РФ является привлечение университетских ученых для разработки современных технологий утилизации, используя грантовую поддержку. Кроме того, создаваемая система управления отходами должна опираться на правовую и законодательную базу, которая бы служила реальным руководством к действию.

В некоторых малых странах функционирует система управления отходами, позволяющая перерабатывать почти сто процентов отработанного сырья. Этому способствует разработанная система мер стимулирования за предварительную обработку и сортировку отходов и наказания за организацию несанкционированных свалок, сброса коммунальных и сельскохозяйственных отходов животных в реки и другие водоемы.

Жители малых стран уже давно привыкли к раздельному сбору отходов жизнедеятельности в городах. Этому способствуют меры поощрения в виде бонусов и «карательных мер», также повышенных тарифов на вывоз мусора для жителей, не желающих отсортировать отходы. Весьма развита система автоматов, позволяющих осуществлять сбор тары из-под напитков с автоматизированным зачислением премии на карту клиента.

В сельской местности получила развитие переработка продуктов жизнеде-

ятельности организмов, отходов животноводства и растениеводства в биотопливо. Биотопливо, в большинстве случаев, является полностью экологически безвредным продуктом. Например, биодизель разлагается в воде в течении месяца.

К биотопливу, кроме биодизеля, получаемого, в основном, из соевого масла, которое не является отходом, относятся бионефть и биоэтанол, которые получают из отходов сахарного производства – барды.

Перспективным направлением в переработке отходов твердой биомассы: древесной щепы, опилок, соломы, отходов АПК, а также быстрорастущих плантационных растений, бытовых отходов является получение жидкого биотоплива. Эта технология производства была разработана в 2000 годы [10].

Также в сельской местности за рубежом широко используются компостные биореакторы, позволяющие отопить дом за счет кучи компоста. В компостную «кучу» закладывается спиралеобразная труба, по которой протекает вода. В результате жизнедеятельности микроорганизмов выделяется тепло, нагревающее воду до 50-60 °С, которая затем подается в систему отопления. «Куча» продолжает «работать» в течении 8-9 месяцев, позволяя отказаться от использования других источников тепла для отопления или получения горячей воды. Кроме того, на выходе получается отличное удобрение для растений. Данный метод используют жители загородных домов. Еще одна технология

переработки жизнедеятельности животных – получение биогаза из навоза. Современные технологии переработки навоза, птичьего помета, отходов растений, основанные на разложении органики анаэробными микробами, позволяют получить биогаз, состоящий до 70 % из метана. При этом метан используется по назначению, а не выбрасывается в атмосферу и не загрязняет ее, а также при этом получается качественное и ценное анаэробное удобрение.

Все вышеперечисленные мероприятия имеют государственную поддержку в виде льготных кредитов или дотируются государством.

В нашей стране многие из вышеперечисленных технологий имели место и применялись еще в прошлом веке. Однако, в сложный период новейшей истории России использованию, а тем более разработке современных технологий утилизации отходов, не уделялось должного внимания. Тем не

менее был создан и с 1 января 2019 года в России вступил в силу Федеральный закон о вывозе мусора и стартовала упомянутая «мусорная реформа».

Управление отходами в рамках «мусорной реформы» должно быть комплексным с использованием как накопленного отечественного опыта, так и зарубежных технологий (рис. 2).

Нами предлагается новый вариант переработки отходов сельскохозяйственных производств.

По результатам наших исследований на территориях с малоэтажной застройкой и невысокой плотностью населения целесообразно использование недорогих мобильных мини-заводов на основе крематоров, инсинераторов, компакторов, прессов, shredders и т.п. с конкретной гетероструктурой [11]. На рисунке 3 приведена гетероструктура мини-завода.

Рис. 2. Модель гетероструктуры технологий утилизации

Рис. 3. Гетероструктура мини-завода

Для сельскохозяйственных производств наиболее перспективной моделью технологий утилизации признана модель использования отходов в сельскохозяйственном дорожном строительстве.

Технологии использования отходов в дорогах сельскохозяйственных произ-

водств включают (рис. 4): сбор, прессование, брикетирование отходов и захоронение их, отличающиеся тем, что захоронения спрессованных и брикетированных отходов осуществляют путем формирования дискретно-непрерывного гетерогенного подстилающего слоя (1) на рисунке 4, укладки на

этот слой брикетов (2) с определенными промежутками и связями между ними (3), заполнением промежутков гетерогенной средой (4), формированием покровного слоя и кромок (5), укладкой верхнего слоя (6); при этом брикетированные отходы

укладывают в тело автодорог и взлетно-посадочных полос полевых аэродромов, в качестве гетерогенных сред используют бетон, а в качестве верхнего слоя износостойкий армобетон.

Рис. 4. Технологии использования отходов в дорогах сельскохозяйственных производств

Технологии защищены патентами на проектирование, строительство, укрепление тела дорог, а также на реконструкцию и ремонт дорог [12-20].

Заключение

1. Рассмотрена гетерология технологий утилизации отходов сельскохозяйственных производств.

2. Построены модели технологий утилизации.

3. Предложена эффективная модель с применением мобильных мини-заводов утилизации отходов и модель с использованием отходов в автодорогах.

Литература

1. Гетероструктуры компьютерной цивилизации. Москва: Смпут; Центр, 2019, 100 с.
2. Крупнова Т.Г. [и др.]. Зарубежный опыт обращения с ТБО. Современная техника и технологии, 2014, № 8. [Электронный ресурс] <http://technology.snauka.ru/2014/08/4250>.
3. Зятков Е.В. Проблема утилизации твердых бытовых отходов. Наука. Техника. Инновации: сборник материалов VII международной научно-технической конференции. Усинск: Аэтерна (Уфа), 2017, с. 108-117.
4. Оборудование для переработки пищевых отходов. Твердые бытовые отходы, 2010, № 7 (49), с. 44-45.
5. Клеева Н.А., Проценко А.А., Балабина И.П., Проценко Е.П. О возможности утилизации трудно разлагаемых органических отходов методом компостирования. Проблемы региональной экологии, 2010, № 3, с. 227-229.
6. Буклагина Г.В. Процессы компостирования отходов животноводства и растениеводства. Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал, 2004, № 4, с. 1175.
7. Киташов Ю.Н., Ляхов А.Г., Дюков К.В., Назаров А.В. Плазменная технология для утилизации органических отходов. Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России: сборник тезисов, 2018, с. 247.
8. Ашурбекова Т.Н., Козенко К.Ю., Аваданов Д.С., Магомедов М.Р. Промышленное компостирование органических отходов как фактор развития зеленой экономики. Известия Дагестанского ГАУ, 2019, № 3 (3), с. 13-18.
9. Батанов М.С., Егорушкина Т.Н., Панферова Е.В. [и др.]. Способы и установки для утилизации птичьего помета: коллективная монография. Образование и наука: современные тренды. Серия Научно-методическая библиотека. Чебоксары, 2017, с. 151-167.
10. Жидкое биотопливо из сырья растительного происхождения. [Электронный ресурс]. <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=3360> (дата обращения 08.11.2020).

11. Инсинераторы, крематории. [Электронный ресурс]. <http://promer.com/yclid=e314398838>, 2019.
12. Смогунов В.В. Ноу-хау ПензГУ «Новая концепция строительства и реконструкции дорог для тяжелых транспортных комплексов» N 3 КТПМ от 2014 г.
13. Вдовикина О.А., Смогунов В.В., Артамонов Д.В., Чаплышкин М.Ю. Модели динамики гетерогенных структур автомобильных дорог. Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), 2010, № 4 (23), с. 83а-89.
14. Смогунов В.В. Динамика гетерогенных структур дорожного полотна. Труды международного симпозиума «Надежность и качество», 2006, т. 1, с. 78-79.
15. Смогунов В.В., Митрохина Н.Ю. Системный анализ методов проектирования автомобильных дорог. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки, 2011, № 4 (20), с. 116-127.
16. Смогунов В.В., Кузнецов Н.С., Кочетков Д.В., Кочеткова М.В., Сенькин В.В. Способ строительства и укрепления автомобильных дорог. Надежность и качество: труды международного симпозиума, 2012, т. 2, с. 140.
17. Кочеткова М.В., Смогунов В.В., Кочетков Д.В., Пшеничный О.Ф. Модели и технологии аварийного ремонта дорог. Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе, 2013, № 3 (7), с. 149-153.
18. Смогунов В.В., Кочетков Д.В., Шорин В.А., Вдовикина О.А., Пшеничный О.Ф., Волчихина Н.И. Новые технологии строительства и реконструкции автомобильных дорог. Моделирование и механика конструкций, 2015, № 1, с. 12.
19. Смогунов В.В., Кочетков Д.В., Пшеничный О.Ф. Эффективные технологии ремонтов аварийных дорог. Вестник транспорта Поволжья, 2014, № 1 (43), с. 107-110.
20. Патент на изобретение RU 2493315 C1, 20.09.2013. Заявка № 2012111305/03 от 23.03.2012. Способ строительства и укрепления автомобильных дорог. Смогунов В.В., Кузнецов Н.С., Кочетков Д.В., Кочеткова М.В., Сенькин В.В.

UDC 519.539.621.8

DOI 10.36461/NP.2020.57.4.020

HETEROLOGY OF WASTE MANAGEMENT TECHNOLOGIES

V.V. Smogunov¹, Doctor of Technical sciences, Professor;

M.I. Volnikov², Candidate of Technical sciences, Assistant-professor; N.S. Kuznetsov¹, student

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Penza State University",
Penza, Russia, e-mail: smogunovvladimir@gmail.com

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Penza State Agrarian
University", Penza, Russia, tel. +79273651772, e-mail: vmi1972@yandex.ru

The development of agricultural production in urban settlements has led to the development of all kinds of technologies to provide food to the population. This, in turn, has increased the amount of waste, which has raised the problem of waste management. The heterology of waste management technologies and the development of waste management models for agricultural industries are investigated. Current approaches based on the systematics of recycling technologies are methodologically explored. Modern agricultural waste management technologies have been discussed. Foreign experience in solving the problem of recycling is given. The problems of agricultural waste management in Russia are considered. The main problem is caused by the insufficient study of recycling models and technologies and, in particular, the recycling of agricultural wastes. The main ways of solving the problem of agricultural waste management are outlined. As a result, the article sets and solves the problem of constructing a heterology of waste management technologies. The problem of recycling was considered, its models were developed, and the effectiveness of the applications of the known models was investigated. A model with mobile mini recycling plants from agricultural enterprises and territories was developed. The problem of constructing the heterology of recycling technologies was solved. Models of waste management technologies were built: an effective model with the use of mini waste management plants, as well as models with the use of waste in the construction of motorways.

Keywords: heterology, technology, waste management, models, mobile mini-plant, agricultural waste, motorways.

References

1. Heterostructures of Computer Civilisation. Moscow: Smoput; Centre, 2019, 100 p.
2. Krupnova T.G. [et al]. Foreign experience of MSW handling. Modern Technics and Technologies, 2014, № 8. [Electronic resource] <http://technology.snauka.ru/2014/08/4250>.
3. Zyatkov E.V. Problem of Utilization of Municipal Solid Waste. Science. Technique. Innovations: Proceedings of the VII International Scientific and Technical Conference. Usinsk: Aeterna (Ufa), 2017, p. 108-117.
4. Food Waste Processing Equipment. Municipal Solid Waste magazine, 2010, № 7 (49), pp. 44-45.
5. Kleeva N.A., Protsenko A.A., Balabina I.P., Protsenko E.P. On the possibility of recycling difficult to degrade organic waste through composting. Problems of Regional Ecology, 2010, № 3, p. 227-229.
6. Buklagina G.V. Processes of composting of animal and plant waste. Engineering and Technical Support of Agroindustrial Complex. Abstract Journal, 2004, № 4, p. 1175.
7. Kitashov Yu.N., Lyakhov A.G., Dyukov K.V., Nazarov A.V. Plasma technology for utilization of organic wastes. Actual problems of development of the Russian oil and gas complex: collection of abstracts, 2018, p. 247.
8. Ashurbekova T.N., Kozenko K.Y., Avadanov D.S., Magomedov M.R. Industrial composting of organic waste as a factor in the development of green economy. Proceedings of Dagestan State Agrarian University, 2019, № 3 (3), pp. 13-18.
9. Batanov M.S., Egorushkina T.N., Panferova E.V. [et al]. Methods and installations for the utilization of poultry manure: a collective monograph. Education and science: modern trends. Scientific and methodological library series. Cheboksary, 2017, pp. 151-167.
10. Liquid biofuel from raw materials of plant origin. [Electronic resource]. <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=3360> (accessed 08.11.2020).
11. Incinerators, crematoriums. [Electronic resource]. <http://prom-er.com/yclid=e314398838>, 2019.
12. Smogunov V.V. Know-how of Penza State University "New concept of construction and reconstruction of roads for heavy transport complexes" N 3 KTPM from 2014.
13. Vdovikina O.A., Smogunov V.V., Artamonov D.V., Chaplyshkin M.Y. Models of dynamics of heterogeneous road structures. Bulletin of Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), 2010, №4 (23), p. 83a-89.
14. Smogunov V. V. Dynamics of Heterogeneous Roadbed Structures. Proceedings of International Symposium "Reliability and Quality", 2006, vol. 1, p. 78-79.
15. Smogunov V.V., Mitrokhina N.Y. System Analysis of Methods of Road Design. Proceedings of Higher Educational Institutions. Volga Region. Technical Sciences, 2011, № 4 (20), p. 116-127.
16. Smogunov V.V., Kuznetsov N.S., Kochetkov D.V., Kochetkova M.V., Senkin V.V. Method of Construction and Strengthening of Motor Roads. Reliability and Quality: Proceedings of the International Symposium, 2012, vol. 2, p. 140.
17. Kochetkova M.V., Smogunov V.V., Kochetkov D.V., Pshenichny O.F. Models and Technologies of Emergency Road Repair. Models, Systems, Networks in Economics, Engineering, Nature and Society, 2013, № 3 (7), pp. 149-153.
18. Smogunov V.V., Kochetkov D.V., Shorin V.A., Vdovikina O.A., Pshenichny O.F., Volchikhina N.I. New technologies of road construction and reconstruction. Modelling and Mechanics of Structures, 2015, № 1, p. 12.
19. Smogunov V.V., Kochetkov D.V., Pshenichny O.F. Effective technologies of emergency road repairs. Bulletin of Transport of the Volga Region, 2014, № 1 (43), pp. 107-110.
20. Patent for the invention RU 2493315 C1, 20.09.2013. Application № 2012111305/03 of 23.03.2012. Method for the construction and reinforcement of motor roads. Smogunov V.V., Kuznetsov N.S., Kochetkov D.V., Kochetkova M.V., Senkin V.V.