

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Пермского национального исследовательского
технического университета,
физико-математических наук, профессор

7 Ташкинов Анатолий Александрович
апреля 2019 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Методические подходы к геоэкологической оценке технологий обработки твердых коммунальных отходов с получением твердого топлива» выполнена на кафедре «Охрана окружающей среды».

В период подготовки диссертации соискатель Польшгалов Степан Владимирович работал в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», на кафедре «Охрана окружающей среды» в должностях инженера, ассистента. В настоящее время Польшгалов Степан Владимирович работает на кафедре «Охрана окружающей среды» в должности старшего преподавателя.

В 2018 году окончил аспирантуру по очной форме обучения в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по направлению 19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии (период обучения в аспирантуре 01.10.2014 г. по 30 сентября 2018 г.).

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Коротаев Владимир Николаевич, работает проректором по науке и инновациям ПНИПУ, профессором кафедры «Охрана окружающей среды».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в следующем: постановке цели и задач диссертации; в выполнении основного объема теоретических исследований, включая разработку теоретических методов их решения; разработку методики экспериментальных исследований и основных положений выносимых на защиту, определяющих научную новизну и практическую значимость работы; в анализе, обработке

обобщении полученных результатов и формулировке выводов, подготовке публикаций по материалам диссертационной работы.

2. Степень достоверности результатов проведенных исследований подтверждается применением классических методов исследования, принятых в теории отбора проб и определения влажности и зольности образцов компонентов ТКО. Научные положения, выводы, сформулированные в диссертации, подкреплены убедительными данными. Подготовка, статистический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки информации.

3. Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- Разработана методика геоэкологической оценки технологий обработки ТКО и получения ТТО, основанная на расчете прямых, косвенных и предотвращенных выбросов парниковых газов на всех этапах обращения с отходами и оценке задалживания земельных территорий под захоронение ТКО с учетом состава отходов и свойств отдельных компонентов.
- Установлены закономерности изменения теплоты сгорания, влажности и зольности отдельных компонентов в зависимости от размера фракции. Теплота сгорания ТКО увеличивается с увеличением размера фракции: отсев с размерами частиц 0-15 мм имеет теплоту сгорания в три раза меньше средней теплоты сгорания ТКО, а фракции с размерами частиц от 100 мм – в 1,3 раза выше средней.
- Обоснована возможность получения ТТО с заданными параметрами на основании выявленных зависимостей массы и теплоты сгорания ТТО от содержания отдельных компонентов и их влажности. При исходной влажности энергетической фракции ТКО разного состава теплота сгорания колеблется от 10,5 (при влажности 47,8 %) до 18,1 МДж/кг (при влажности 24,9 %), при этом масса ТТО составляет 36 и 15 % от исходной массы ТКО.
- Доказано снижение воздействия на геосреду при обработке ТКО и получения ТТО разных композиций. Выбросы парниковых газов сократятся от 18 до 68 % и площади задалживаемых земель – от 25 до 47 % по отношению к размещению отходов на полигоне ТКО.

4. Практическая значимость исследования заключается в апробации разработанного способа при определении компонентного состава ТКО и их теплотехнических свойств для городов Самара, Пермь, Екатеринбург, Казань, Санкт-Петербург и Оренбург. Материалы диссертационных исследований использованы в учебном процессе подготовки обучающихся по направлению «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО ПНИПУ по дисциплинам «Экология», «Управление техногенными отходами», «Технологические основы переработки техногенных отходов».

Диссертационная работа является обобщением результатов исследований, выполненных на кафедре «Охрана окружающей среды» ПНИПУ в рамках

выполненных на кафедре «Охрана окружающей среды» ПНИПУ в рамках совместного научного проекта международных исследовательских групп ученых на базе ПНИПУ «Разработка научных основ совершенствования технологий глубокой оптико-механической сортировки муниципальных отходов для извлечения ресурсного потенциала» (грант Министерства образования Пермского края № С-26/615 от 19.12.2012 г.) и государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках мероприятия «Инициативные научные проекты» (код заявки 5.9729.2017/8.9).

5. Ценность научных работ, полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в 11 работах, из которых 4 работы опубликованы в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы научные работы диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, и 3 работы опубликованы в журналах, индексируемых в международных реферативных базах: Web of Science, Scopus, GeoRef, получено 2 патента на изобретение РФ (общий объем публикаций 4,54 печатных листа, из них авторских 2,42 печатных листа).

1. Исследования морфологического состава модельных проб твердых бытовых отходов с использованием оптико-механической сортировки / Г.В. Ильиных, Д.Л. Борисов, С.В. Польшгалов, Я.В. Базылева // Экология и промышленность России. – 2014. – № 4. – С. 24–28 (0,31 п.л., авт. 0,13 п.л.) (**из перечня ВАК**)

В данной работе определена возможность анализа морфологического состава твердых коммунальных отходов при помощи оптико-механической сортировки. Определены переводные коэффициенты при помощи установленной зависимости площади материалов, оцениваемой сканером от массы проходящего под ним материала. Выявлено оптимальное количество прогонов материалов для необходимого уровня сходимости результатов. Определено влияние измельчения на эффективность оценки площади материалов.

2. Польшгалов С.В. Применение функционально-стоимостного анализа для оценки эффективности мусоросортировочных линий / С.В. Польшгалов, Г.В. Ильиных, В.Н. Коротаев // Экология промышленного производства. – 2015. – № 4. – С. 27–34 (0,5 п.л., авт. 0,38 п.л.) (**из перечня ВАК**)

Предложен методический подход к исследованиям технологических схем промышленной сортировки отходов с помощью системного, структурного и функционально-стоимостного анализов. При оценке параметров работы мусоросортировочных линий учитывается масса и исходный морфологический состав твердых коммунальных отходов, технические характеристики, стоимость оборудования и эксплуатационные затраты при реализации отдельных операций технологической схемы. Построена функционально-стоимостная диаграмма, позволяющая оценить значимость каждой операции технологической линии сортировки отходов с точки зрения ее стоимости и функциональной возможности. Предложены варианты изменения конфигурации оборудования для повышения эффективности технологического процесса, а также варианты

снижения стоимостной значимости отдельных операций с прежней функциональной значимостью.

3. Польшгалов С.В. Систематизация технических и технологических решений по сортировке твердых коммунальных отходов / С.В. Польшгалов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2017. – №2 (26). – С. 17–31 (0,47 п.л.) (**из перечня ВАК**)

В данной статье систематизированы технические и технологические решения при выборе оборудования для строительства новых мусоросортировочных комплексов, а также расширения и реконструкции существующих заводов по сортировке твердых коммунальных отходов. Технические и технологические решения сведены в общий каталог, в основе которого положен системный и структурный анализ процесса сортировки. Предложенный каталог технических и технологических решений позволяет подобрать оптимальную конфигурацию технологической линии сортировки ТКО, а также оценить количество и качество входящих и выходящих потоков отходов и вторичного сырья в зависимости от технических характеристик оборудования.

4. Польшгалов С.В. Зависимость теплотехнических свойств твердых коммунальных отходов от их компонентного и фракционного состава / С.В. Польшгалов, Г.В. Ильиных, В.Н. Коротаев // Теоретическая и прикладная экология. – 2018. – № 2. – С. 48–56 (0,56 п.л., авт. 0,25 п.л.) (**Web of Science, Scopus**).

В статье представлен апробированный методический подход к исследованиям ТКО, включающий проведение натурных полевых исследований компонентного и фракционного состава ТКО и анализ их влажности и зольности в условиях лаборатории с последующим расчётом теплотехнических свойств потока ТКО в целом. Отличительной особенностью данного подхода являются обеспечение представительности отбираемых проб ТКО и отдельных компонентов, учет сезонных и недельных колебаний состава отходов, а также выделение большого числа компонентов в составе ТКО и отдельные исследования их влажности и зольности во фракциях разного размера. Полученные в ходе таких исследований результаты и установленные зависимости позволяют максимально информативно моделировать состав, теплоту сгорания и другие свойства потоков ТКО, что позволяет оценивать технологии обращения с отходами, направленных на снижение нагрузки на окружающую среду.

5. Польшгалов С.В. Техничко-экономическая оценка технологий обработки твердых коммунальных отходов для их последующей энергетической утилизации / С.В. Польшгалов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2018. – № 4. – С. 31–46 (0,5 п.л.) (**из перечня ВАК**).

В статье представлен методический подход к выполнению технико-экономической оценке технологий обработки твердых коммунальных отходов

(ТКО) для последующей их энергетической утилизации. Выполнены полевые и лабораторные исследования компонентного состава ТКО и их теплотехнических свойств (влажности и зольности), которые позволили спрогнозировать качественные характеристики выходящих потоков ТКО. С учетом капитальных и операционных затрат, тарифов на захоронение и сжигание ТКО и ставки платы за размещение отходов на объектах захоронения ТКО, а также доходов от реализации продуктов (вторичного сырья и твердого топлива) выполнена экономическая оценка, которая позволила определить наилучшую технологию обработки ТКО.

6. Польшгалов С.В. Управление свойствами твердого топлива из отходов / С.В. Польшгалов, Г.В. Ильиных, В.Н. Коротаев // Экология и промышленность России. – 2018. – № 22(10). – С.18–23 (0,38 п.л., авт. 0,19 п.л.) (**Scopus**).

В статье представлены результаты исследования компонентного состава и теплотехнических свойств «хвостов» сортировки. Предложены семь возможных вариантов твердого топлива из «хвостов» сортировки, которые отличаются количественными и качественными характеристиками. Установлена зависимость теплоты сгорания твердого топлива из отходов от влажности и перечня отбираемых компонентов.

7. Challenges and opportunities for energy recovery from municipal solid waste in the Russian Federation / S. Polygalov, G. Ilinykh, N. Sliusar, V. Korotaev, I. Rukavishnikova // WIT Transactions on Ecology and the Environment. – 2019. Vol. 222. – P.131–143. Doi:10.2495/EQ180131 (0,81 п.л., авт. 0,25 п.л.) (**Scopus**).

В данной статье установлено, что теплота сгорания ТКО зависит от размера фракции, так как отсев (до 50 мм) отличается повышенной влажностью и низким содержанием ценных компонентов по сравнению с ТКО размером от 50 мм. Произведены расчеты материального, энергетического баланса технологической линии сортировки твердых коммунальных отходов, а также элементного баланса по маркерным веществам (хлору, ртути).

8. Способ оценки компонентного состава твердых коммунальных отходов: патент на изобретение: № 2613589 Российская Федерация, МПК G01N 19/00 (2006.01) / Коротаев В.Н., Ильиных Г.В., Борисов Д.Л., Польшгалов С.В., Базылева Я.В., Вайсман Я.И., Слюсарь Н.Н., Куликова Ю.В.; заявитель и патентообладатель Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – № 2015152927; заявл. 09.12.2015; опубл. 17.03.2017 (0,63 п.л., авт. 0,10 п.л.).

Способ оценки компонентного состава твердых коммунальных отходов (ТКО), включающий отбор проб ТКО, отделение компонентов первой анализируемой пробы оптико-механической сортировкой, замер площади и массы каждого компонента пробы, отличающийся тем, что массу и место отбора первой анализируемой пробы с неопределенным составом выбирают в зависимости от категорий компонентов, причем первую пробу предварительно сортируют на два типа, а именно не подлежащих и подлежащих оптико-механической сортировке, при этом не подлежащие сортировке компоненты взвешивают, а у оставшихся компонентов определяют площадь оптико-механической сортировкой и массу каждого компонента в отдельности, после

чего вычисляют коэффициент К перевода единиц площади в единицы массы, далее осуществляют обработку последующих проб ТКО с разных мест отбора в количестве не менее 30, затем компоненты, не подлежащие оптико-механической сортировке, взвешивают, а для компонентов, подлежащих оптико-механической сортировке, с учетом вычисленных ранее коэффициентов К и величин площадей соответствующих компонентов указанных проб ТКО определяют массу каждого из компонентов и с учетом массы не подлежащих оптико-механической сортировке компонентов и массы остальных компонентов осуществляют расчет компонентного состава всех проб ТКО и оценку потенциала ТКО как сырья.

9. Способ получения альтернативного топлива из твердых коммунальных отходов: патент на изобретение: № 2681655 Российская Федерация, МПК C10L 5/48 (2006/01), C10L 5/40 (2006.01), B09B 3/00 (2006.01), B03B 9/06 (2006.01) / Плыгалов С.В., Коротаев В.Н., Бычков Е., Ильиных Г.В., Слюсарь Н.Н.; заявитель и патентообладатель Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – № 2018125358; заявл. 10.07.2018; опубл.: 12.03.2019 (0,38 п.л., авт. 0,15 п.л.).

Способ получения альтернативного топлива из твердых коммунальных отходов, включающий сортировку отходов с выделением горючих фракций с последующим их измельчением, сушку, отличающийся тем, что предварительно проводят подготовку ТКО путем деления основного потока ТКО на две фракции, мелкую и крупную, и сортировку крупной фракции с выделением вторичного сырья, в процессе которой образуются "хвосты" сортировки, из которых при последующей сортировке отделяют горючую фракцию, после измельчения горючей фракции к ней добавляют подсушенный отсев - мелкую фракцию, выделенную на стадии подготовки ТКО, и смешивают их.

6. Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите

Содержание диссертационного исследования, представленного Плыгалова Степана Владимировича, соответствует паспорту научной специальности 25.00.36 Геоэкология (строительство и ЖКХ), пункту 5.18 «Теория, методы оценки существующих и создаваемых технологий, конструкций и сооружений, используемых в процессе строительства, в ЖКХ и их влияние на состояние биотопов».

Представленная Плыгаловым Степаном Владимировичем диссертационная работа является прикладным исследованием.

7. Соответствие содержания диссертационной работы требованиям, установленным п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней»

В диссертационной работе соискатель приводит ссылки на авторов и источники заимствованных материалов и отдельных результатов. Результаты диссертационной работы опубликованы в ведущих рецензируемых изданиях, материалах конференций, соответствующие ссылки присутствуют в тексте диссертации.

Диссертационная работа Плыгалова Степана Владимировича

«Методические подходы к геоэкологической оценке технологий обработки твердых коммунальных отходов с получением твердого топлива» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 25.00.36 - Геоэкология (строительство и ЖКХ).

Заключение принято на заседании кафедры «Охрана окружающей среды» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Присутствовало на заседании 28 чел. Результаты голосования: «за» - 28 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 29 от 03.04.2019 г.

«03» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой
«Охрана окружающей среды»,
доктор технических наук,
профессор

Рудакова Лариса Васильевна

Секретарь кафедры
«Охрана окружающей среды»

Фомина Людмила Георгиевна