

3

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.02
по диссертации Полыгалова Степана Владимировича
на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Диссертация «Методические подходы к геоэкологической оценке технологий обработки твердых коммунальных отходов с получением твердого топлива» по специальности 25.00.36 Геоэкология (строительство и ЖКХ) принята к защите «24» сентября 2019 г. (протокол заседания № 12) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.02, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от 13 сентября 2018 г. № 71-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым - четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. N 1792-р.

Диссертация выполнена на кафедре «Охрана окружающей среды» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Коротаев Владимир Николаевич, профессор кафедры «Охрана окружающей среды», проректор по науке и инновациям Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Официальные оппоненты:

Тугов Андрей Николаевич, доктор технических наук (05.14.14), с. н. с.,

заведующий отделением парогенераторов и топочных устройств ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт»,

Ощепкова Анна Зальмановна, кандидат технических наук (05.17.01), доц., заместитель директора по инновациям ФГБУ «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем».

Ведущая организация:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург (отзыв ведущей организации утвержден Сергеевым Виталием Владимировичем, д-ром техн. наук, проф., проректором по научной работе, заслушан на заседании высшей школы «Гидротехническое и энергетическое строительство» и подписан Масликовым Владимиром Ивановичем, д-ром техн. наук, проф., профессором Высшей школы «Гидротехническое и энергетическое строительство» и Чусовым Александром Николаевичем, канд. техн. наук, доц., доцентом Высшей школы «Гидротехническое и энергетическое строительство».

По теме диссертации соискателем опубликовано 11 научных трудов, в том числе 7 работ – в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени и приравненных к ним, из них 3 работы – в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Web of Science, Scopus, Chemical Abstract, соискателем получено 2 патента на изобретение РФ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

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.)
(перечень ВАК)

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.) **(перечень ВАК)**

Описан предложенный 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 компонентный состав твердых коммунальных отходов, технические характеристики, стоимость оборудования и эксплуатационные затраты при реализации отдельных операций технологической схемы.

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.) **(перечень ВАК)**

В данной статье систематизированы технические и технологические решения при выборе оборудования. Предложенные решения позволяют 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.) (**перечень ВАК, 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.) (**перечень ВАК**).

В статье представлен методический подход к выполнению технико-экономической оценке технологий обработки твердых коммунальных отходов (ТКО) для последующей их энергетической утилизации. 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.) (**перечень ВАК, Chemical Abstract, GeoRef, 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.) (**перечень ВАК, 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.).

Соискателем предложен алгоритм использования оптико-механической сортировки для определения компонентного состава твердых коммунальных отходов.

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.).

Соискатель предложена технологическая линия обработки твердых коммунальных отходов с целью получения альтернативного топлива из отходов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

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;

предложено в систему классификации ТТО (ГОСТ 33516–2015) ввести дополнительный параметр (климатический показатель топлива) – содержание ископаемого углерода, а также значения климатического показателя топлива по классам, который позволит оценивать влияние применяемого топлива в том или ином энергетическом процессе на окружающую среду.

доказана возможность применения разработанной методики с целью снижения воздействия на геосферные оболочки (атмосферный воздух и почву) при обработке ТКО и получении ТТО разных композиций и наличие установленных закономерностей изменения теплоты сгорания, влажности и зольности отдельных компонентов в зависимости от размера фракции;

введено понятие содержание ископаемого углерода, являющееся параметром твердого топлива из отходов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность использования методики геоэкологической оценки технологий обработки ТКО и получения ТТО разных композиций для снижения воздействия на геосферные оболочки (атмосферный воздух и почву) при разных технологиях обращения с отходами на основе покомпонентных и пофракционных исследований теплотехнических свойств ТКО; применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс современных методик сбора и обработки исходной информации при непосредственном участии соискателя в научных экспериментах и в получении исходных данных для разработки методики геоэкологической оценки технологий обработки ТКО с получением ТТО;

изложены факторы формирования геоэкологической нагрузки системы обращения с отходами, в том числе влияющие на глобальные экологические эффекты;

раскрыта недостаточная изученность сравнительных характеристик существующих методик геоэкологической оценки технологий обращения с отходами и предложен комплексный подход к системе обращения с отходами на определенной территории с точки зрения влияния этой системы на геосферные оболочки;

изучены зависимости теплоты сгорания ТТО от содержания отдельных компонентов ТКО и их влажности и установленные закономерности изменения теплотехнических свойств ТКО в зависимости от размера их фракции и свойств отдельных компонентов;

проведена актуализация существующих методических руководств по определению состава ТКО и основных требований по отбору проб с целью разработки единого подхода определения компонентного состава ТКО и их теплотехнических свойств, который обеспечивает повышение точности и достоверности результатов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для **практики** подтверждается тем, что:

разработана и внедрена методика геоэкологической оценки технологий обработки твердых коммунальных отходов и получения твердого топлива из

отходов на предприятиях. Результаты проведенных исследований позволили повысить эффективность обучения бакалавров и магистров по направлению «Техносферная безопасность» в учебном процессе при их подготовке;

определены перспективы практического использования установленной зависимости снижения выбросов парниковых газов в пересчете на CO₂-эквивалент от применения технологий обработки ТКО (до 68% по отношению к размещению отходов на полигоне ТКО);

представлены рекомендации по использованию методики геоэкологической оценки технологий обработки ТКО с получением ТТО для выполнения сравнительной оценки технологий обращения с отходами на основе технических, экологических, экономических критериев для применения компаниями, занимающимися утилизацией и захоронением отходов, региональными операторами по обращению с отходами, государственными надзорными органами.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные работы проводились в полевых и лабораторных условиях с применением общепринятых и научно-апробированных методов с использованием поверенных средств измерения;

теория построена на комплексном подходе к решению научно-методологических, теоретических и практических задач для геоэкологической оценки технологий обработки ТКО с получением ТТО и согласуется с опубликованными экспериментальными данными;

идея базируется на анализе существующих методических подходов к определению состава и свойств ТКО, методических указаний по расчету объема выбросов парниковых газов в субъектах РФ, результатов исследований в этой области, требований стандартов по исследованиям состава ТТО и теории отбора проб;

установлено, что результаты полевых и лабораторных исследований, полученные автором, не противоречат данным, представленным в современной научной литературе, а также соответствие авторских теоретических результатов и результатов экспериментов;

ЖКХ).

На заседании «20» ноября 2019г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.02 принял решение присудить Полыгалову Степану Владимировичу ученую степень кандидата технических наук (протокол заседания № 16).

Председатель диссертационного совета Д ПНИПУ.05.02,

доктор технических наук

Рудакова Лариса Васильевна/

Ученый секретарь диссертационного совета Д ПНИПУ.05.02,

кандидат технических наук

/Калинина Елена Васильевна/

« 10 » декабря 2019 г.

М.П.