

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воробьева Кирилла Александровича на тему:
«Обоснование технологии депонирования углеродсодержащих выбросов шлаками
от сжигания твердых коммунальных отходов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.6.21. Геоэкология (технические науки)

Актуальность темы диссертационного исследования обусловлена двумя глобальными экологическими вызовами современности: ростом антропогенных выбросов парниковых газов, прежде всего диоксида углерода, и увеличением объемов твердых коммунальных отходов (ТКО), требующих безопасного обращения. В Российской Федерации, где активно внедряются мощности по термической переработке ТКО, проблема утилизации образующихся шлаков и золы стоит особенно остро. Предложенный автором подход, основанный на соутилизации двух видов отходов – техногенных газообразных выбросов CO_2 и твердых остатков мусоросжигания – посредством минеральной карбонизации, является своевременным и практически значимым. Решение задачи депонирования углерода с одновременной нейтрализацией и стабилизацией шлаков полностью соответствует приоритетным направлениям развития геоэкологии и ресурсосбережения, обозначенным в паспорте специальности 1.6.21. (п. 2, 17).

Научная новизна работы не вызывает сомнений. Автором впервые проведена комплексная геоэкологическая оценка и экспериментально доказана принципиальная возможность использования шлаков от сжигания ТКО в качестве сырья для связывания диоксида углерода. Научный интерес представляют:

- установленные экспериментальным путем зависимости степени карбонизации от вещественного состава отходов и ключевых параметров процесса (влажность, время, давление, концентрация CO_2), что позволило определить рациональные режимы ускоренной карбонизации;
- разработанная и апробированная методика и модельная установка для количественной оценки сорбции CO_2 техногенными материалами, защищенная патентом РФ;
- впервые предложенный научно-методологический подход и технологическая схема, объединяющие переработку отходов ТКО и секвестрацию углерода, что является новым словом в области обращения с отходами и снижения углеродного следа.

Теоретическая значимость работы заключается в углублении знаний о реакционной способности кальций-магнийсодержащих фаз шлаков (геленит, акерманит, белит и др.) по отношению к CO_2 . Выполненный термодинамический анализ и изучение кинетики процессов гидратации и карбонизации вносят вклад в развитие теории минеральной карбонизации применительно к техногенным объектам и обосновывают протекание реакций при нормальных условиях, что важно для практической реализации.

Практическая ценность работы подтверждена значительным объемом экспериментальных данных и проработкой технологических решений. Автором не только определены рациональные параметры процесса (время гидратации 3 ч, $\text{Ж:Т}=0,25$, продолжительность карбонизации 12 ч), позволяющие достичь степени карбонизации шлаков до 5,58 %, но и разработана развернутая принципиальная схема комплексной переработки. Схема включает фракционирование, магнитную сепарацию и карбонизацию с получением товарной продукции — щебня, песка и компактов, соответствующих строительным нормативам. Эколого-гигиеническая оценка подтвердила безопасность карбонизированных шлаков (IV класс опасности) и снижение риска выщелачивания тяжелых металлов, что имеет прямое значение для санации земель и утилизации отходов (п. 17 паспорта специальности).

Достоверность научных положений и выводов обеспечена использованием современного аналитического оборудования (рентгенофазовый, дифференциально-термический анализ, ICP-MS и др.), статистической обработкой данных, представительностью проб с действующих мусоросжигательных заводов, а также согласованностью теоретических расчетов с результатами лабораторных экспериментов и заверочных опытов.

При чтении автореферата возникли следующие вопросы и замечания:

1. Из результатов экспериментальных исследований (таблица 6, стр. 16) следует, что летучая зола обладает более высоким потенциалом связывания CO_2 (79 кг/т) по сравнению со шлаками (47-56 кг/т), а природный серпентинит — еще более высоким (121 кг/т). Однако в качестве основного сырья для разработанной технологии предлагаются именно шлаки. Не планируется ли в дальнейшем проведение исследований по предварительной обработке (отмывке, нейтрализации) летучей золы для снижения ее экологической опасности и использования ее более высокого карбонизационного потенциала?

2. Автор сосредоточился на технологических параметрах процесса (режимы карбонизации, составы, прочностные характеристики) и на экологическом эффекте в виде связывания CO_2 . Вопрос освобождения земельных площадей как результат утилизации отходов в работе не рассматривается:

- площади полигонов, которые можно рекультивировать при сокращении объемов захоронения шлаков;

- земельный коэффициент — сколько гектаров экономится на 1 тыс. тонн переработанных отходов;

- сравнение — площадь, занимаемая шлаком до и после карбонизации/компактирования.

Высказанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

Диссертационная работа Воробьева Кирилла Александровича является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технологические решения, направленные на снижение антропогенной нагрузки на геосферу Земли путем депонирования углеродсодержащих выбросов шлаками от сжигания ТКО.

Представленная работа по своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Воробьев Кирилл Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология (технические науки).

Доктор технических наук
(1.6.21. Геоэкология), доцент,
профессор кафедры
«Инженерная экология»

Степанова
Светлана
Владимировна

Кандидат химических наук
(11.01.11 – Охрана окружающей среды
и рациональное использование
природных ресурсов, доцент, доцент кафедры
«Инженерная экология»

Сольяшинова
Ольга
Александровна

Организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Структурное подразделение: кафедра «Инженерная экология»

Почтовый адрес: 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 68

Телефон: + 7 843 231 40 97

Электронный адрес: StepanovaSV@om.kntu.ru

