

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
Пермского национального
исследовательского
политехнического
университета,
доктор физико-математических наук,
профессор

Швейкин А.И.

«16» сентября 2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Диссертационная работа Цыбиной Анны Валерьевны «Утилизация осадков городских сточных вод разных сроков хранения» выполнена на кафедре «Охрана окружающей среды» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Во время подготовки диссертации Цыбина Анна Валерьевна работала в Федеральном государственном автономном общеобразовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» в должностях ассистента и старшего преподавателя кафедры «Охрана окружающей среды».

В 2001 году А. В. Цыбина с отличием окончила Пермский государственный технический университет с присвоением квалификации математика-инженера по специальности «Прикладная математика», в 2004 году окончила Свободный университет (г. Амстердам, Нидерланды) с присуждением степени магистра по направлению «Экологический менеджмент».

В 2008 году окончила аспирантуру очной формы обучения Пермского государственного технического университета по специальности 25.06.36 Геоэкология (период обучения с 01.07.2005 г. по 31.07.2008 г.).

Научный руководитель — доктор технических наук, профессор

Глушанкова Ирина Самуиловна, работает профессором кафедры «Охрана окружающей среды» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в следующем: сборе и анализе научно-технической литературы по теме исследования, обосновании актуальности изучаемой проблемы, постановке цели и задач исследования, проведении лабораторных экспериментов и математических расчётов, статистической обработке и анализе полученных результатов, формулировании положений, выносимых на защиту, формулировании ключевых выводов, подготовке публикаций в ведущих рецензируемых научных изданиях и докладов на конференциях по теме исследования.

2. Достоверность полученных результатов обусловлена глубоким анализом предшествующих исследований в соответствующей области знаний, применением общепринятых методов исследования и современного лабораторно-аналитического оборудования, утверждённых расчётных методов, статистической сходимостью результатов.

3. Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- Установлено, что ОСВ являются источником длительного загрязнения геосферных оболочек и в процессе хранения значительно изменяют свои свойства: при хранении в илонакопителе свыше 10 лет зольность ОСВ увеличивается на 80,7%, высшая теплота сгорания снижается на 61,9%, содержание валовых форм ТМ снижается, но остаётся выше нормативных уровней, органическая составляющая ОСВ уменьшается в 5,3 раза, что свидетельствует об эмиссиях биогаза, сопровождающих деструкцию ОСВ. В соответствии с принципами экономики замкнутого цикла разработаны критерии выбора способов утилизации ОСВ: 1) энергоэффективность утилизации, 2) ресурсосбережение и/или восстановление питательных веществ из ОСВ, 3) возможность полезного использования конечных продуктов утилизации, 4) затраты на утилизацию.

- Выявлены особенности термической деструкции ОСВ разных сроков хранения методами пиролиза и сжигания. Доказано, что для утилизации ОСВ свежего выхода наиболее эффективным методом является пиролиз, проводимый в следующих условиях: сушка с использованием тепла пиролизных газов, пиролиз при температуре 400–

500 °С в присутствии СаО с получением экологически безопасного пиролизата, содержащего 12–14% пироуглерода.

- Доказана возможность использования пиролизата в качестве адсорбента для извлечения ТМ из ОСВ 10–15-летнего срока хранения; установлена оптимальная доза пиролизата — 7,5 масс.%. В результате использования пиролизата содержание Pb, Ni и Cu в подвижной форме в обработанных ОСВ 10–15-летнего срока хранения снизилось на 2,5%, 59,1% и 40,6% соответственно.

- Выявлены факторы и подобраны реагенты для дезодорации, обезвреживания и детоксикации ОСВ свежего выхода с получением продукта, обладающего свойствами рекультивационного материала. Установлен оптимальный состав композиции: ОСВ : СаО : NaClO : низинный торф = 100 г : 6,33 г : 0,21 г : 47,48 г (по сухому веществу).

4. Теоретическая и практическая значимость работы.

Впервые проведена сравнительная оценка физико-химических свойств и химического состава ОСВ разных сроков хранения. Разработаны прототипы замкнутых циклов утилизации и обезвреживания накопленных ОСВ разных сроков хранения с использованием продуктов, полученных при термической утилизации свежих ОСВ.

Разработаны технологические решения по утилизации ОСВ разных сроков хранения термическими и реагентными методами с использованием продукта термической утилизации для обезвреживания накопленных ОСВ. Определены оптимальные параметры процессов термической и реагентной обработки ОСВ. Проведена геоэкологическая оценка разработанных технологических решений: при утилизации 71696 т/год ОСВ предотвращённый экологический ущерб составит 0,932 млрд.руб./год; объём совокупных эмиссий парниковых газов от объектов накопления и обращения с ОСВ по сравнению с действующим сценарием составит в 2050 г. сократится на 741 т/год CO₂-экв. и в дальнейшем продолжит снижаться; сокращение отчуждаемой земельной территории илонакопителя составит 0,6 га за квартал; площадь восстановленной земельной территории при обработке пиролизатом составит 1,8 га/мес.

Результаты работы используются компанией ООО «Новая городская инфраструктура Прикамья» (г. Пермь) при проектировании технологий обработки образующихся ОСВ и рекультивации объекта размещения осадков сточных вод г. Перми.

5. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Содержание диссертационной работы отражено в 7 печатных работах, в том числе в 4 статьях в журналах, в журналах, включённых в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание учёной степени, или приравненных к ним (индексируемых в международных базах цитирования Scopus и/или Web of Science):

1) Reagent Deodorization and Detoxification of Sewage Sludge with the Production of Reclamation Material / A. Tsybina, C. Wunsch, I. Glushankova // Energies. — 2024. №17, 987 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/5/987> (дата обращения 17.08.2024) (1,5 п.л., авт. 1,2 п.л.) (Scopus, Web of Science).

Соискателем представлены результаты исследований по реагентной обработке ОСВ, обеспечивающей их обезвоживание, обеззараживание и детоксикацию. Установлен оптимальный состав композиции реагентов и порядок обработки.

2) Development and Substantiation of Approaches to the Management of Sewage Sludge of Different Storage Periods / A. Tsybina, C. Wunsch, I. Glushankova, A. Arduanova // Energies. — 2023. №16, 5698 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/15/5698> (дата обращения 19.08.2024) (1,85 п.л., авт. 1,295 п.л.) (Scopus, Web of Science).

Соискателем представлены результаты исследований процессов и продуктов термической деструкции ОСВ методами пиролиза и сжигания, установлены оптимальные режимы утилизации ОСВ. Доказано, что пиролизат эффективен для адсорбции подвижных форм тяжёлых металлов из ОСВ 10–15-летнего срока хранения.

3) Применение принципов экономики замкнутого цикла для обоснования экономически эффективного, энерго- и ресурсосберегающего способа обращения с осадками городских сточных вод / Цыбина А.В. // Экология и промышленность России. — 2018. Т. 22, №10. — С. 38 – 43. (0,69 п.л., авт. 0,69 п.л.) (Scopus, ВАК).

Соискателем представлены результаты исследования воздействия ОСВ на геосферные оболочки. Установлено, что объекты накопления ОСВ в течение длительного времени оказывают негативное воздействие на четыре основных компонента геосферы — гидросферу, педосферу, атмосферу и биосферу. Предложены подходы к рациональному обращению с ОСВ, основанные на принципах экономики замкнутого цикла.

4) Analysis of thermal sewage sludge treatment methods in the context of circular economy / A. Tsybina, C. Wünsch // *Detritus*. 2018. — Vol. 02. — P. 3 – 15. (1,5 п.л., авт. 1,2 п.л.) (Web of Science).

Соискателем представлены результаты анализа принципов концепции экономики замкнутого цикла и разработанные на их основе критерии оценки способов утилизации ОСВ. С помощью разработанных критериев проведена сравнительная оценка методов термической деструкции ОСВ.

Прочие публикации по теме диссертации:

5) Определение эмиссионного потенциала осадков сточных вод разного срока хранения при анаэробном разложении / Килина А.П., Цыбина А.В., Глушанкова И.С. // *Химия. Экология. Урбанистика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), г. Пермь, 2020 г.* / М-во образования и науки Рос. Федерации, Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. — Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020. — С. 114–119 (0,69 п.л., авт. 0,23 п.л.)

6) Assessment of the potential of reducing environmental impact at different scenarios for sewage sludge treatment / A. Tsybina, C. Wünsch // *Sardinia 2019 : Proceedings 17th International Waste Management and Landfill Symposium, Padova, Italy, 2019.* — Padova: CISA Publ., 2019 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cisapublisher.com/product/proceedings-sardinia-2019/> (дата обращения 10.09.2024) (2,31 п.л., авт. 1,16 п.л.)

7) Подходы к решению задачи поиска эффективных методов утилизации иловых осадков, позволяющих снизить негативное воздействие на компоненты геосферы / Килина А.П., Цыбина А.В. // *Химия. Экология. Урбанистика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, г. Пермь, 2019 г.* / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. — Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2019. — С. 127 – 131. (0,58 п.л., авт. 0,29 п.л.)

В тексте диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах по теме диссертации.

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

Содержание диссертационного исследования, представленного Цыбиной Анной Валерьевной, соответствует паспорту научной специальности 1.6.21 Геоэкология:

п. 17 — Ресурсосбережение, санация и рекультивация земель, утилизация отходов производства и потребления, в том числе возникающих в результате добычи, обогащения и переработки полезных ископаемых, строительной, хозяйственной деятельности и эксплуатации ЖКХ. Геоэкологическое обоснование безопасного размещения, хранения и

захоронения токсичных, радиоактивных и других отходов.

Представленная Цыбиной Анной Валерьевной диссертационная работа является прикладным исследованием.

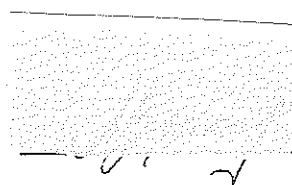
7. Соответствие содержания диссертационной работы требованиям, установленным п. 14 «Положения о присуждении учёных степеней».

Соискатель корректно ссылается в тексте диссертации на авторов и (или) источники заимствования материалов, в том числе при использовании результатов научных работ, опубликованных им лично или в соавторстве.

Диссертационная работа Цыбиной Анной Валерьевной «Утилизация осадков городских сточных вод разных сроков хранения» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности: 1.6.21 Геозкология.

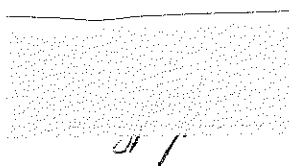
Заключение принято на заседании кафедры «Охрана окружающей среды» ФГАОУ ВО «Пермского национального исследовательского политехнического университета». Присутствовало на заседании 30 чел. Результаты голосования: «за» — 30 чел., «против» — 0 чел., «воздержалось» — 0 чел., протокол № 2 от «11» сентября 2024 г.

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



/Рудакова Л. В./

Секретарь кафедры
«Охрана окружающей среды»
ФГАОУ ВО «ПНИПУ»



/Коротаева Л. Г./