

Проведение поисковых научных исследований для создания энерго- и ресурсосберегающей, экологически безопасной технологии и оборудования для высокотемпературной переработки и обезвреживания механически обезвоженных осадков сточных вод с получением тепла и электрической энергии.

Работа проводилась в 2011-2012 гг. в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 – 2013 г.г.»

государственный контракт № 16.516.11.6150.

Научный руководитель проекта: зав. каф. ЭВТ, к.т.н., проф. Т.А. Степанова

Ответственный исполнитель: к.т.н., доц. И.М. Бернадинер

Описание разработки

Утилизация и обезвреживание осадков городских очистных сооружений являются наиболее острыми экологическими проблемами. Эти отходы представляют большую химическую и биологическую опасность для окружающей среды, так как содержат токсичные органические вещества, ионы тяжелых металлов и заражены патогенной микрофлорой, и, безусловно, требуется их уничтожение. Одновременно осадки сточных вод (ОСВ), имея органические составляющие, могут быть использованы как топливо.

В Российской Федерации по последним сведениям образуется до 100 млн. т осадков сточных вод с влажностью 98 % (ЖОС) или ~ 2 млн. т/год по сухому веществу (СОС). В Москве по данным МГУП «Мосводоканал» образуется ~ 9,8 млн. м³/год осадков с влажностью 97 %, т.е. ~ 300 тыс. т/год СОС, в Московской области эта величина по различным источникам составляет 14–20 млн. м³/год. Однако достаточно эффективной отечественной с точки зрения экологии, энергосбережения и экономики технологии обезвреживания ОСВ не имеется.

Перспективным методом переработки и обезвреживания ОСВ является термический. Можно отметить следующие направления термической переработки ОСВ: 1) пиролиз или газификация ОСВ; 2) окислительное обезвреживание (сжигание) ОСВ с утилизацией теплоты отходящих газов.

Из анализа проделанных отечественных и зарубежных исследований выяснилось, что наиболее эффективным методом обезвреживания и обработки осадков сточных вод является термический.

Приведенные экспериментальные исследования на установке циклонной печи с жидким шлакоудалением показали, что существует возможность надежного сжигания осадков с высоким тепловым напряжением топочного объема ~ 1,9-3,5 млн ккал/м³·час, что позволяет создавать промышленные печи небольших габаритов с минимальными капитальными затратами.

Результаты экспериментальных исследований на опытном образце позволили подготовить проект технического задания на проектирование установки циклонного типа производительностью 5 т/ч по сухим отходам, рассчитать технологическую схему процесса в составе: циклонного реактора, камеры прокаливания парогазовой смеси, контактной сушилки и вспомогательного оборудования. Такая схема благодаря организации регенерации тепловых отходов на величину до 80% обеспечивает автогенный процесс обезвреживания сухих осадков сточных вод. Таким образом, разработанный циклонный реактор обеспечивает повышение эффективности процесса более чем на 40-60%. Это позволяет проводить процесс обезвреживания ОСВ без использования дополнительного топлива.

В то же время осадки сточных вод являются энергонесущими отходами. В связи с этим, в работе был проведен анализ возможности получения энергетической продукции

(тепловой и электрической энергии). Рассмотрены варианты использования генератора ORC, работающего на отходящих дымовых газах $<300^{\circ}\text{C}$, а также паровых машин.

Произведенные расчеты и конструкторская проработка узла циклонного реактора, а также экономическая и экологическая оценка процесса позволили рекомендовать дальнейшее продвижение НИР в ОКР и внедрение в промышленность, отмечая ее высокие показатели:

- Уход от затрат дополнительного топлива, для осуществления экологически безопасной утилизации осадков сточных вод.
- Возможность осуществления процесса в непрерывном режиме, что исключает многочисленные пуски и остановки, свойственные периодическому процессу. При этом резко снижается вероятность отказа оборудования и систем управления процессом, присущая этапам пуска и освоения установки.
- Непрерывный способ значительно сокращает выбросы вредных веществ, которые, как правило, имеют место при пусках и остановках процесса.
- Обеспечение здоровья и безопасности персонала, обслуживающего установку сжигания осадков.
- Разрабатываемый циклонный реактор для высокотемпературной переработки и обезвреживания механически обезвоженных осадков сточных вод конкурентоспособен по сравнению с существующими лучшими мировыми установками обезвреживания, обеспечивает более низкий уровень удельного расхода топлива на процесс обезвреживания и снижение теплового загрязнения окружающей среды до уровня лучших европейских стандартов.
- Из рассмотренных аналитических данных, а также из приведенного технико-экономического обоснования, был сделан вывод о том, что срок окупаемости установки составит 9,5 лет. Однако в расчетах не учитывался экономический эффект от сокращения полигонов и хранилищ отходов на территории Российской Федерации, а также сокращения затрат на транспортировку осадков сточных вод в места захоронения, что во многом зависит от рассматриваемого региона РФ.
- Снижение сопутствующих затрат, связанных с уменьшением загрязнения окружающей среды: например, уменьшение затрат на медицинское обслуживание населения и т.п. Учет всех этих данных применительно к определенному рассматриваемому региону позволит сократить срок окупаемости установки.

Таким образом, использование промышленной установки термического обезвреживания осадков сточных вод в масштабах города позволит:

- значительно улучшить экологическую обстановку,
- значительно снизить объемы осадков сточных вод, вывозимых на полигоны и свалки,
- исключить затраты, связанные с ликвидацией экологических последствий захоронения осадков,
- замедлить (а в дальнейшем, при широком использовании таких комплексов, приостановить) процесс расширения земельных площадей, используемых для захоронения осадков,
- увеличить привлекательность и стабильность инвестиций в данную сферу.

Область применения результатов проекта

Результаты проведенных НИР рекомендованы для проведения опытно-конструкторских работ, направленных на создание нового энергосберегающего реактора для переработки и обезвреживания механически обезвоженных осадков сточных вод. Результаты работы востребованы: системами биологических очистных сооружений для городских и промышленных сточных вод; федеральными и муниципальными органами власти, контролирующими сферу энергетики; в том числе в рамках реализации Программы энергосбережения; проектными и строительными и эксплуатационными

организациями.

Создание технологии приведет к сокращению загрязнения окружающей среды. Ее внедрение позволит создать новые рабочие места.

По результатам работы поданы 2 заявки на получение патентов на изобретение (находятся на рассмотрении в ФИПС); защищена 1 диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук; создан экспериментальный образец циклонного реактора для высокотемпературной переработки и обезвреживания механически обезвоженных осадков сточных вод; создана эскизная конструкторская документация на циклонный реактор для высокотемпературной переработки и обезвреживания механически обезвоженных осадков сточных вод; представлена методика анализа энергоэффективности технологии с использованием циклонного реактора для высокотемпературной переработки и обезвреживания механически обезвоженных осадков сточных вод; разработан бизнес-план и проведены маркетинговые исследования.