

Исследование и разработка перспективных технологий термической переработки и утилизации техногенных образований и отходов на ТЭС и других энергетических объектах

Работа проводилась в 2010 - 2012 г.г. в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы

государственный контракт № 02.740.11.0686.

Научный руководитель проекта: д.т.н., проф. А.Д. Ключников

Ответственный исполнитель: зав. каф. ЭВТ, к.т.н., проф. Т.А. Степанова

Описание разработки

Предприятия электроэнергетики являются одним из основных потребителей природных ресурсов и источником негативного воздействия на окружающую среду. На их долю приходится около 70% от общего потребления воды в промышленных целях, основная часть которых (около 90%) сбрасывается в поверхностные водоёмы в виде сточных вод, в том числе 4% загрязнённых.

Сточные воды водоподготовительных установок ТЭС содержат повышенное количество сульфат-ионов, имеющих жесткое ограничение по ПДК. Кроме негативного влияния на биологические организмы, сульфаты также оказывают разрушающее воздействие на конструкции из бетона и железа. В результате возникает необходимость проведения работ по снижению уровня грунтовых вод. Разработка и исследование системы малоотходного водопользования с выделением сульфатсодержащих компонентов в виде гипсовых вяжущих позволит в значительной мере решить данную проблему.

На тепловых электрических станциях и других объектах энергетики для получения сверхчистой (глубоко обессоленной воды) применяются преимущественно три способа:

- термический;
- ионообменный (химический);
- мембранный.

Все они сопровождаются образованием сточных вод, однако наиболее экологически совершенным способом является термический метод, который осуществляется на базе испарительных установок. В последние годы благодаря разработанным в МЭИ (ТУ) технологиям испарительные установки стали более эффективны, в отдельных случаях только их применение отвечает требованиям защиты окружающей среды. Как показывает мировая практика, предпочтительнее применение испарителей тонкопленочного типа, имеющих высокую тепловую экономичность. Одним из представителей данного класса испарительных установок является горизонтально-трубный пленочный аппарат. Испарительные установки тонкопленочного типа являются весьма перспективными благодаря хорошим теплофизическим характеристикам и достаточно высокому качеству получаемого пара, но процессы гидродинамики и тепломассообмена в них изучены недостаточно.

В результате выполненных работ были разработаны рекомендации, технические предложения по созданию малоотходных систем термической переработки и утилизации минерализованных сточных вод с получением конечных твердых продуктов, проведены теоретические и экспериментальные исследования по оптимизации технологических и технико-экономических показателей испарительных установок переработки и утилизации минерализованных сточных вод, разработано техническое задание на модернизацию стенда «Испарительная установка» ПГУ ТЭЦ МЭИ.

Также известно, что влияние ПХБ (полихлорированных бифенилов) на состояние здоровья населения подобно диоксинам и другим токсичным веществам – это повышение заболеваемости детей, снижение уровня гемоглобина и числа эритроцитов, неспецифическая резистентность поствакцинального иммунитета, повышение общей

патологии новорожденных; увеличение числа спонтанных аборт, врождённых пороков развития новорожденных и числа детей с малым весом тела. Россия обязалась к 2028 году прекратить использование и уничтожить все запасы ПХБ. В связи с этим для предприятий энергетики остро стоит проблема утилизации ПХБ.

В результате выполненных работ были разработаны рекомендации, технические предложения и техническое задание на создание универсального опытного реактора для высокотемпературной переработки ПХБ с агрегатной нагрузкой до 100 кг/ч с получением нетоксичных продуктов. Были выявлены оптимальные конструктивные и технологические параметры процесса и реактора, что позволит в дальнейшем создать промышленные реакторы, которые практически полностью смогут уничтожить накопленные в РФ запасы ПХБ, что в конечном итоге способствует решению проблемы экологической безопасности страны.

Таким образом, в ходе выполнения научно-исследовательской работы решались задачи термической переработки и утилизации минерализованных сточных вод тепловых электрических станций с использованием испарительной техники и высокотемпературного обезвреживания супертоксикантов, в частности полихлорированных бифенилов.

Область применения результатов проекта

1) Результаты НИР востребованы в следующих областях:

- проектными организациями, разрабатывающими технологические схемы системы переработки и утилизации сточных вод (Институт теплоэлектропроект, Мосэнергопроект, ВНИПИЭнергопром);
- заводами при разработке и внедрении теплообменного оборудования нового поколения (САР Энергомаш, ТКЗ Красный котельщик, МПП Машпром, ЭМ Альянс и др.);
- территориальными генерирующими компаниями (ТГК), генерирующие компании оптового рынка электроэнергии (ОГК) и тепловыми электростанциями (ТЭС) при реконструкции и техническом перевооружении ТЭС;
- проектными организациями, разрабатывающими оборудование для переработки и утилизации разных видов отходов, в том числе и ПХБ (ООО "ГИПРОХИМ", ГУП "МосводоканалНИИпроект", ФГУП РНЦ "Прикладная химия").

2) Результаты НИР имеют следующее практическое применение:

- для проведения опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, направленных на разработку и создание испарительной техники с нанопрофилированными поверхностями нагрева;
- для расчёта и оптимизации технологии переработки и утилизации сточных вод ТЭС с применением испарительной техники;
- для расчёта и оптимизации конструкции и схемы испарительных установок;
- для выполнения опытно-конструкторских работ с целью создания перспективного теплообменного оборудования нового поколения на базе и нанопрофилирования поверхностей нагрева;
- для выполнения опытно-конструкторских работ с целью создания перспективной установки высокотемпературного обезвреживания ПХБ;
- для создания и оптимизации конструкций установок обезвреживания различных видов отходов, в том числе ПХБ;
- в учебном процессе – лекционных курсах, в том числе по энергетике и экологии; семинарских занятиях; при постановке задач в лабораторных работах; при выполнении курсовых, дипломных и диссертационных работ.

3) Результаты работы позволяют модернизировать ту часть производственных процессов, которые касаются области водопользования и переработки сточных вод.

Реконструкция систем переработки сточных вод позволит более качественно использовать водные ресурсы и снизить выбросы в окружающую среду.

4) Внедрение результатов работы на энергогенерирующие (ТЭС) или иные крупные водопотребляющие объекты позволяет снизить экологическую нагрузку на близлежащие водные ресурсы. Также применение технологических процессов с использованием термических испарительных установок позволяет решить задачи повторного или многократного использования СВ и свести отвод СВ к минимуму.

5) Предложенные схемы малоотходного водопользования для водопотребляющих предприятий позволяют снизить эксплуатационные затраты, благодаря уменьшению количества потребляемой воды.

В то же время применение циклонных печей как наиболее универсальные для термического обезвреживания жидких токсичных отходов (ПХБ) позволяет создать оптимальный комплексный агрегат в стационарном и транспортабельном вариантах, удовлетворяющий всем требованиям экологически безопасного и надежного обезвреживания токсичных отходов (в том числе ПХБ и пестициды).

По результатам работы получен 1 патент на полезную модель; поданы 2 заявки на получение патентов на полезную модель (находятся на рассмотрении в ФИПС); защищены 6 диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук; создана программа внедрения результатов исследований в образовательный процесс; созданы: методика технико-экономического сравнения технологий водоподготовки и переработки сточных вод; методика и программа теплогидравлического расчёта испарителей работающих в условиях глубокого концентрирования сточных вод с учётом кризисных явлений в контуре естественной циркуляции; система малоотходного водопользования на ТЭС с использованием испарительной техники; разработано техническое задание на модернизацию стенда «Испарительная установка» ПГУ ТЭЦ МЭИ; получены методические и другие регламентирующие документы, дополняющие отраслевые стандарты; разработано техническое задание на проектирование универсального опытного реактора для высокотемпературной переработки ПХБ с агрегатной нагрузкой до 100 кг/ч с получением нетоксичных продуктов; предложены технологии и установки:

- система очистки сточных вод химического ионообменного обессоливания воды от сульфатсодержащих компонентов с получением конечных товарных продуктов в виде гипсовых вяжущих;
- система очистки сточных вод натрий-катионитного умягчения воды от сульфатсодержащих компонентов с получением конечных товарных продуктов в виде гипсовых вяжущих;
- испарительная установка горизонтально-трубная с наноразмерным покрытием.