

А. В. Трубачев
A. V. Trubachev
trub_av@mail.ru
Л. В. Трубачева
L. V. Trubacheva
trub12@mail.ru
С. Ю. Лоханина
S. Yu. Lochanina
swetlei@mail.ru

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» г. Ижевск
Udmurt State University, Izhevsk

**ПРОБЛЕМА ДИОКСИНОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
УСТАНОВОК ТЕРМООБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ
THE PROBLEM OF DIOXIN SAFETY DURING THE OPERATION OF WASTE HEAT
TREATMENT PLANTS**

Аннотация. Образование диоксинов и контроль их содержания в выбросах установок термообезвреживания (сжигания) отходов является актуальной проблемой экологической безопасности в России. Технологические циклы, реализуемые в отечественных установках термического обезвреживания промышленных и бытовых отходов, базируются, как правило, на пламенном сжигании отходов в барабанных печах, при этом применяемые системы охлаждения выбросов не позволяют предотвратить диоксинообразование в газовых потоках. On-line контроль содержания диоксинов в выбросах организовать невозможно в связи с отсутствием в мировой практике соответствующего приборного и аналитического обеспечения, что существенно повышает риски неконтролируемого загрязнения окружающей среды данными суперэкоотоксикантами. Рассмотрены подходы технологического, экоаналитического и организационного характера, позволяющие снизить уровень диоксиновой опасности при обработке, утилизации и обезвреживании промышленных и бытовых отходов.

Abstract. The formation of dioxins and the control of their content in the emissions of thermal waste disposal (incineration) plants is an urgent problem of environmental safety in Russia. Technological cycles implemented in domestic installations for the thermal neutralization of industrial and household waste are based, as a rule, on the flaming incineration of waste in drum furnaces, while the applied emission cooling systems do not prevent dioxin formation in gas streams. It is impossible to organize on-line monitoring of the dioxin content in emissions due to the lack of appropriate instrumentation and analytical support in world practice, which significantly increases the risks of uncontrolled environmental pollution with these supercotoxics.

Technological, ecoanalytical and organizational approaches that reduce the level of dioxin hazard in the processing, disposal and neutralization of industrial and household waste are considered.

Ключевые слова: диоксины, отходы, термообезвреживание, аналитический контроль, экологическая безопасность.

Keywords: dioxins, waste, thermal disinfection, analytical control, environmental safety.

Проблема диоксиновой безопасности при утилизации и обезвреживании отходов весьма остро стоит в настоящее время как в мировой, так и в отечественной практике. Основным источником диоксинов при термообезвреживании массы отходов являются присутствующие в ней различные органические и хлорсодержащие компоненты, генерирующие в процессе сжигания и последующего охлаждения газо-дымовых выбросов производные полихлорированных дибензо-*n*-диоксинов [1]. Для снижения диоксинообразования применяются различные технологические модули, в т.ч. камеры дожига, котлы-утилизаторы, сухие и мокрые скрубберы [2]. Усовершенствованные конструкции данных модулей позволяют обеспечивать достаточно высокую степень деструкции образующихся диоксинов при достижении критичных температур, снижать ресинтез диоксинов в процессе охлаждения газо-дымовой смеси, однако достижение гарантированно безопасных уровней их содержания в конечных выбросах остается проблематичным.

В установках российских производителей сжигание отходов осуществляется в печах при температурах от 600 до 900⁰С, в камерах дожига достигается температура от 1200 до 1250⁰С, а в системе охлаждения предполагается резкое снижение температуры газов с 1200 до 200⁰С во избежание повторного образования диоксинов в приоритетном температурном интервале их ресинтеза от 500 до 200⁰С. В настоящее время существуют две технологические возможности исключения сверхнормативного образования диоксинов в установках термообезвреживания отходов: это повышение температуры в камере дожига (до 1400⁰) и снижение времени пребывания отходящих газов в теплообменниках в температурном интервале ресинтеза диоксинов до долей секунды. Данные возможности трудно реализуемы в связи с отсутствием необходимых материалов, устойчивых к большим температурным нагрузкам в условиях воздействия агрессивных химических сред, а также в связи с отсутствием высокоэффективных систем утилизации тепла, снижающих соответствующие времена пребывания газовой смеси в интервале температур ресинтеза. Найдено, что такое время не должно превышать одну секунду [3; 4]. Как показывают расчеты, основанные на значениях конструктивных параметров поверхности нагрева, в установках европейских производителей (например, немецких) данное время составляет семь секунд. Для отечественных установок термообезвреживания отходов указанные времена пребывания

невозможно оценить в связи с отсутствием в открытом доступе соответствующих конструктивных характеристик.

В связи с техническими и технологическими ограничениями, указанными выше, представляется возможным для снижения либо исключения диоксинообразования при сжигании отходов производить их предварительную сепарацию с целью выведения из общей массы органических и иных галогенсодержащих компонентов, либо ввести в схему обращения отходов отдельный сбор и накопление таких компонентов для дальнейшей утилизации их иными способами, исключающими риски диоксинообразования, например, с помощью технологии сверхкритического водного окисления либо биохимической переработки.

Важной проблемой является экоаналитический контроль содержания диоксинов в промышленных выбросах. В настоящее время с этой целью применяется хромато-масс-спектрометрическая методика, реализуемая на дорогостоящем импортном оборудовании [5]. Данная методика предназначена для определения содержания 17 высокотоксичных производных дибензо-*n*-диоксинов и дибензофуранов в пробах газодымовых смесей, отбираемых с помощью специального пробоотборного устройства из канала газохода (дымовой трубы). Анализ возможно проводить только в стационарной химико-аналитической лаборатории, аналитическая процедура в целом весьма трудоемка, занимает большой период времени, требует высококвалифицированных специалистов и немалых финансовых затрат. Диапазон измерений концентрации диоксинов составляет от 1 до 1000 нг/м^3 при объеме анализируемой пробы 10 м^3 . Современный уровень мирового аналитического приборостроения не позволяет вести оперативный «on-line» контроль содержания диоксинов в промышленных выбросах, более того, в отечественном аналитическом пространстве имеются лишь единицы соответствующего стационарного импортного оборудования, доступ к которому на зарубежных рынках для российских исследователей в настоящее время ограничен. Всё это вместе взятое создает сегодня нерешаемую в российских условиях проблему надлежащего контроля содержания диоксинов в выбросах промышленных предприятий. Для снижения остроты проблемы представляется возможным проработка вопроса о государственной поддержке химико-аналитического обеспечения контроля диоксинообразования, включая снижение стоимости определений, создание специальной службы пробоотбора и доставки диоксидных проб (например, при Министерстве природных ресурсов и экологии РФ либо иных организаций) в соответствующие лаборатории на территории РФ с целью сокращения времени от взятия пробы до выдачи результата анализа. На производственно-технических комплексах по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов 1 и 2 классов опасности, которые предполагается построить в

целом ряде регионов России, изначально планировалось использовать для термообезвреживания отходов технику и технологию немецкой компании «Oschatz Energy and Environment GmbH», имеющую одни из наилучших показателей в данной области. В условиях санкций возникла проблема замены импортного оборудования на отечественные аналоги, за основу были взяты разработки ООО «Безопасные технологии». До внедрения соответствующих установок термического обезвреживания отходов в практику ПТК необходимо провести всестороннее изучение их технологических характеристик, уровня экологической безопасности выбросов, в т.ч. на содержание диоксинов, а также приемлемости их размещения в густонаселенной местности с развитой системой водных источников и сельскохозяйственных угодий во избежание нанесения серьезного ущерба окружающей среде и здоровью населения. Рассмотренные подходы технологического, экоаналитического и организационного характера позволят в сложившейся ситуации снизить уровень диоксиновой опасности при реализации процессов обработки, утилизации и обезвреживания промышленных и бытовых отходов.

Список литературы

1. Петров В. Г., Петров В. Г. Диоксины. Ижевск : Институт прикладной механики УрО РАН, 2004. 56 с.
2. ИТС 9-2015. Информационно-технический справочник по наиболее доступным технологиям. Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов). М. : Бюро НТД, 2015. 258 с.
3. Петров В. Г. Расчет количества образовавшихся диоксинов в дымовых газах установок по сжиганию отходов и оценка токсичности газов // Химическая физика и мезоскопия. 2016. Т. 18, № 3. С. 460–467.
4. Применение термодинамических и кинетических расчетов реакций синтеза диоксинов для контроля их количества в дымовых газах установок по сжиганию отходов / Петров В. Г., Корепанов М. А., Трубачев А. В., Жиров Д. К // Механика и физико-химия гетерогенных сред, наносистем и новых материалов : материалы научных исследований. Ижевск : Институт механики Уральского отделения РАН, 2015. С. 147–161.
5. ПНД Ф 13.1.65-08. Количественный химический анализ атмосферного воздуха и выбросов в атмосферу. Методика выполнения измерений суммарного содержания полихлорированных дибензо-*n*-диоксинов и дибензофуранов в пересчете на 2,3,7,8-тетрахлордибензо-*n*-диоксин в пробах промышленных выбросов в атмосферу методов хромато-масс-спектрометрии. М. : Ростехнадзор, 2008. 33 с.