УДК 628.511:547.7

М.С. Платонова
Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ

УВЕЛИЧЕНИЕ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ ОТ ДИОКСИНОВ ПУТЁМ ИЗМЕНЕНИЯ КОНФИГУРАЦИИ СОРБИРУЮЩИХ СЛОЁВ

M.S. Platonova
Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev–KAI

DEGREE INCREASING OF PURIFICATION OF EMISSIONS FROM DIOXINS BY CHANGING THE CONFIGURATION OF THE SORBTIONS LAYERS

Аннотация. Работа основана на исследовании практической применимости адсорбционного процесса по очистке газовых выбросов от хлорорганических соединений, образующихся при термической утилизации путём изменения конфигурации слоёв. Повышение эффективности очистки и технических характеристик. Конечным результатом является снижение ингибирующего воздействия токсичных соединений на здоровье человека и состояние окружающей среды.

Весомое влияние на качество атмосферного воздуха оказывает термическая утилизация отходов. В процессе термической деструкции образуются токсичные соединения, отнесённые к первому классу опасности – диоксины, и соединения, имеющие схожее строение – бензапирены, полиароматические углеводороды, фураны.

В соответствии с природоохранным законодательством, предприятия по утилизации и обезвреживанию отходов должны организовать природоохранные мероприятия, основанные на наилучших из доступных технологий (НДТ). В справочнике НДТ указан адсорбционный метод, который является одним из самых распространённых методов очистки дымовых газов от диоксинов в виду его эколого-экономических показателей.

К диоксинам относятся высокостабильные и токсичные соединения полихлорированных/ полибромированных дибензодиоксинов и дибензофуранов. Характеристики представлены в табл. 1. Относятся к 1 классу опасности согласно установленным гигиеническим нормативам.

Таблица 1 - Свойства диоксинов

Свойство	Характеристика	Пояснение
Температура формирования	290 – 500ºС	-
Растворимость в воде	10^{-7} мг/дм^3	Увеличивается за счёт водорастворимых полимерных веществ, в процессе образования комплексов
Период полураспада (человек)	7 лет	Задерживается в липидных структурах
Сорбционная способность	+	Оптимальный размер пор адсорбента 2-20 нм

В виду высокой сорбционной способности данных хлорорганических соединений, практически все связываются с частицами пыли.

Выбор адсорбирующего материала, наиболее подходящего процессу сжигания отходов, опирается на справочник наилучших из доступных технологий (НДТ). Согласно информационно-техническому справочнику по НДТ «Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов) пункт 5.2.7 Технологии очистки газообразных продуктов сгорания, перечень факторов включает себя такие пункты, как: тип отходов, состав и однородность; тип процесса сжигания, характер свойств дымовых газов; требуемые ПДВ ЗВ; совместимость между существующими элементами технологического процесса термического обезвреживания; возможность использования воды и химических реагентов; анализ затрат, связанных с утилизацией отходов с систем газоочистки и других [1].

Снижение уровня полихлорированных дибензо – п – диоксинов (ПХДД) и дибензофуранов (ПХДФ) проходит на первой стадии очистки – обеспыливании, с применением рукавных фильтров с реагентным слоем извести или активированного угля (снижает нагрузку на следующих стадиях очистки от ПХДД/ПХДФ, а в случаях мокрой системы способствует в удалении ртути, оседании диоксинов на материалах корпуса и элементах скруббера).

Адсорбция ПХДД/ПХДФ происходит в газовом потоке на слое реагента. Увеличение степени эффективности удаления диоксинов в выбросах возможно достичь подбором конфигурации фильтрационных слоёв в установке и применением высокоэффективного фильтрующего материала. Для удаления хлорорганических соединений было подобрано параллельное расположение фильтрующих слоёв в адсорбере. Разработка данной

конфигурации заключалась в повышении производительности адсорбционного слоя путем расширения возможных вариантов выбора диаметра адсорбента. Устройство с изменённой конфигурацией эффективно снижает падение давления за счет увеличения площади контакта газового потока; таким образом, меньший адсорбент может быть нанесен на сорбирующий слой.

Суть данной конфигурации – повышение производительности адсорбционного слоя путем расширения возможных вариантов выбора диаметра адсорбента. Ключевыми факторами оценки конфигурации являются: падение давления, время прорыва, процент насыщения и продолжительность этапа регенерации.

Согласно результатам исследования, в адсорбере для конкретной конфигурации слоя уменьшение размера частиц приводит к снижению падения давления в слое. Для достижения максимально допустимого падения давления адсорбент должен иметь соответствующий размер. Размер адсорбента влияет на длину неиспользованного слоя и перепад давления, меньшие адсорбенты могут обеспечить гораздо большую площадь массопереноса и меньшую глубину диффузии внутри адсорбента; следовательно, чем меньше размер, тем короче длина неиспользованного слоя, что соответствует увеличению ёмкости адсорбционного слоя. Этот факт позволяет нам выбирать мелкие частицы в качестве адсорбента вместо миллиметровых. Изменение размера частиц увеличивает процент насыщения слоя колонны с 88% до 98% [2,3].

Применение новой конфигурации привело к значительному снижению перепада давления. Следовательно, маленькие частицы, которые выбираются в качестве адсорбирующей среды, будут увеличивать площадь массообмена и, соответственно, скорость массообмена. Возможность обработки высокой скорости потока с помощью предложенной конфигурации обеспечивает хороший потенциал для сокращения времени цикла.

Снижение линейной скорости газов, контактирующих с частицами адсорбента, является одним из способов, который приводит к такой цели. Существует только один вариант сохранения постоянных рабочих условий (температуры, давления и расхода) и снижения скорости: увеличение площади контакта газа с частицами адсорбента. В радиальной конфигурации область контакта представляет собой цилиндр, с концентрированным слоем, заполненным пористыми зернами адсорбента. Кольцевое пространство может быть изготовлено из проволочной сетки из

нержавеющей стали или перфорированной пластины, заполненной пористыми зернами адсорбента рис. 1.

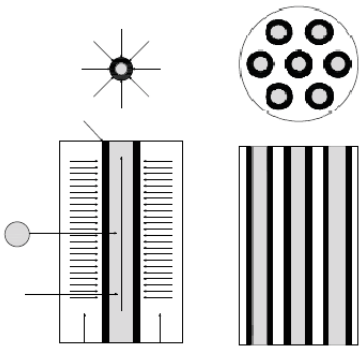

Рис. 1 – Параллельный радиальный расположенный адсорбционный слой

Оптимальным является наличие пространства над и под параллельными радиальными трубами на рис. 2. Для лучшего распределения потока по каждому слою рекомендуется добавить мелкую проволочную сетку или прокладку.

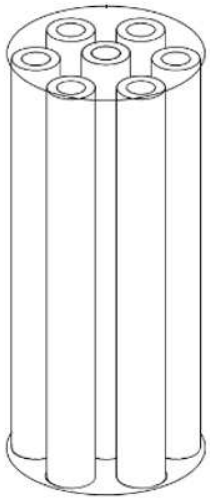

Рис. 2 – Движения потока подаваемого воздуха

Производительность конфигурации оценивалась с применением математического моделирования и параметрического исследования [4].

Параллельный адсорбер – имеющий цилиндрическую удлиненную внешнюю оболочку, с закрытыми концевыми пластинами, с кольцевидными слоем, содержащий материал в виде частиц, расположенный в продольном направлении между наружной оболочкой и центральной осью вращения указанной оболочки.

Результаты показывают, что для предлагаемая конфигурациия слоя с уменьшением размеров частиц приводит к росту всех

показателей. Перепад давления предлагаемой структуры позволяет использовать субмиллиметровые частицы адсорбента в слое. Благодаря более высокой скорости массообмена этих мелких частиц на стадиях адсорбции и регенерации улучшается общая производительность системы. Другим результатом контроля падения давления является возможность обработки более высоких скоростей потока.

Список использованных источников

1. Министерство природных ресурсов и экологии России, справочник НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ «Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов)»// Москва, 2015, Т.3, С.144.
2. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Васильев А.В. «Новый подход к качественному и количественному определению диоксинов» // статья, Известия Самарского научного центра Российской академии наук//Самара// 2014, С.1717-1720
3. Sina Salimi, Mohsen Gholami, Theoretical study of parallel radial adsorber: a novel configuration of temperature swing gas adsorption bed // Adsorption, Springer Science+Business Media, LLC 2017. P. 871-878
4. Gholami, M., Talaie, M.R., Aghamiri, S.F.: The development of a new LDF mass transfer correlation for adsorption in fixed beds. // Adsorption 22(2), 2016, P. 195–203.

УДК 628.355

А.В. Желовицкая[1], А.Ф. Дресвянников[2]
[1] Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева
[2] Казанский национальный исследовательский технологический университет

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ЭЛЕМЕНТ ЗЕЛЕНОЙ ХИМИИ В ОЧИСТКЕ СТОКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. Исследование посвящено изучению перспективных окислительных технологий на основе пероксида водорода для деструкции 1,3-дигидроксибензола в коаксиальном бездиафрагменном электрохимическом реакторе. Результаты исследования показали, что степень превращения составила 95,78% при плотности тока - 4 кА/м^2 и pH = 11,0; время электролиза 3 часа.