

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЖИГАНИЯ ТВЕРДОГО ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА В ТОПКЕ КОТЛА ТП-14А ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ

Желтухина Е. С.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

Науч. рук. проф. Зиганшин М. Г.

Многогранная деятельность человечества и возрастающее его взаимодействие с окружающей средой приводит к загрязнению атмосферного воздуха городской зоны. Считается, что из стационарных источников наибольший вклад в загрязнение воздуха населенных пунктов вносят объекты большой энергетики и инфраструктуры коммунального хозяйства (его очистные сооружения и полигоны ТБО). Подсчеты числовых рейтингов источников выбросов с учетом токсичности загрязнителей позволяют обнаружить, что генерирующие объекты по загрязнению воздушного бассейна городов не находятся впереди предприятий ЖКХ, занимающихся оборотом твердых бытовых отходов [1]. Так, например, на полигонах ТБО анаэробно образуется так называемый «свалочный» газ, о составе которого имеются только весьма приблизительные сведения. На крупном полигоне его выход может быть в пределах 2-5 тыс. м³/ч, что на 3 порядка ниже выброса дымовых газов ТЭЦ.

Анализ свалочного газа на полигоне Кучино позволил идентифицировать 157 наименований веществ. Среди них имеют место фураны и пираны [2], которые служат индикаторами наличия полихлорированных дибензо-п-диоксинов и дибензофуранов (ПХДД/Ф) –высокотоксичных загрязнителей, способных вызывать гормональные нарушения и поражения иммунной системы, что особенно опасно в условиях коронавирусной пандемии [3].

Достаточно распространенным способом мусорообработки является сжигание бытового мусора в качестве твердого топлива, при трансформации которого образуются различные серо-, азот- и фосфорсодержащие химические соединения. Мусоросжигательные установки являются основными источниками поставки ПХДД/Ф в атмосферу [4]. Для уменьшения образования токсичных соединений при сжигании мусора важно установить последовательность стадий трансформации исходных компонентов в термоокислительной зоне. Очевидно, что установить набор элементарных стадий радикально-цепного механизма термоокисления топлива с неизвестным исходным составом можно только опытным путем, а при использовании бытового мусора мы сталкиваемся еще и с его нестабильностью [5].

В работе рассматриваются результаты численного моделирования топки парового котла Е-220/100 (ТП-14А, ОАО ТКЗ «Красный котельщик») паропроизводительностью 220 т/ч.

Геометрическое моделирование топки ТП-14А для исследования сгорания мусора выполнялось с помощью программного продукта Gambit. Была выполнена геометрически точная модель топки с холодной воронкой и всеми горелкам. Однако неструктурированная

гексаэдральная сетка в ней средствами Gambit не сгенерировалась и было решено оставить только основные фронтальные горелки; при этом отказались также и от воронки как создающей заметное усложнение модели при несущественном влиянии на кинетику топочных процессов.

Полученная модель переносится в процессор Ansys Fluent, в котором проводится адаптация сетки, задаются начальные и граничные условия, рассчитываются газовые потоки в условиях турбулентности, теплообмена и прохождения химических реакций. В результате расчетов было выявлено, что числовые значения давления в топке близки к атмосферному, и обратных токов не наблюдается. Результаты численных расчетов по выходу летучих горючих и догоранию их до CO_2 показали, что максимальный выход летучих и их полное догорание до CO_2 происходят над уровнем расположения горелок, что считается физически адекватным.

Представленный способ моделирования обеспечивает физическую адекватность численной модели топочного устройства и может быть использован для исследований процессов термообработки нестандартных видов топлива и бытового мусора. Общих способов, дающих адекватные решения по кинетике реакций в процессах термообработки отходов на сегодня нет, а рассмотрение более 3-4 исходных веществ требует больших затрат вычислительных ресурсов. Поэтому применимым на практике подходом к исследованиям по снижению вредных выбросов является ограничение количества исходных соединений, промежуточных и конечных продуктов по числу компонентов. Для подбора их оптимального числа необходимо продолжение исследований на созданной численной модели топочного устройства с использованием электронного ресурса КГЭУ Ansys Fluent 18.

Источники

1. Зиганшин М.Г. Методика оценки эффективности генерации на тепловых электрических станциях с учетом выброса загрязнителей. Известия высших учебных заведений // Проблемы энергетики. 2019. Т. 21. С. 29–38.
2. Проект рекультивации полигона ТБО «Кучино» на территории городского округа Балашиха Московской области. Проектная документация. Система газоснабжения. Книга 1. Система дегазации полигона (сбор и отведение биогаза) // ЗАО Спецгеоэкология. – 2017. 281 с.
3. Feng Z., Xiaofei L., Jia-Wei L., Jing H., Jieru Z., Bing X., Chengyang H. Emission characteristics of PCDD/Fs in stack gas from municipal solid waste incineration plants in Northern China // Chemosphere. 2018. Т. 200. С. 23–29.
4. Stanmore, B.R. The formation of dioxins in combustion systems // Combustion and flame. 2004. Т. 136. С. 398–427.
5. Hongting Ma, Na Du, Xueyin Lin, Chaofan Liu, Jingyu Zhang, Zhuangzhuang Miao. Inhibition of element sulfur and calcium oxide on the formation of PCDD/Fs during co-combustion experiment of municipal solid waste // Science of the Total Environment. 2018. Т. 633. С. 1263–1271.