

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА

М. В. АНДРЕЙЧИКОВ, М. П. ЗАЙЦЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

И. В. ХРОМЕНКОВА

Витебское отделение Белорусской железной дороги

Вопросы загрязнения атмосферного воздуха промышленными выбросами, как никогда ранее, носят весьма актуальный характер. Среди источников загрязнения атмосферы можно выделить главные – промышленность, электростанции и транспорт. Доля каждого из этих источников в общем загрязнении воздуха сильно различается в зависимости от конкретного региона. Основным источником вредных веществ, поступающих в атмосферу, являются продукты горения и переработки органических топлив. Многие из таких побочных продуктов, даже в чрезвычайно низкой концентрации (несколько десятков частиц на миллион), способны оказать сильное негативное влияние на биосферу и здоровье населения, вызывая, тем самым, материальный ущерб.

Среди атмосферных загрязнителей выделяют несколько групп: твердые частицы суммарно, диоксид серы (сернистый ангидрид (SO_2), оксиды азота (NO_x), угарный и углекислый газы (CO , CO_2), углеводороды (C_xH_y) и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), серосодержащие вещества, хлорсодержащие вещества, неорганические вещества. Твердые частицы суммарно, диоксид серы, оксиды азота являются наиболее распространёнными и во многом определяют увеличение смертности населения из-за экологических факторов. Поэтому очистка атмосферы от этих выбросов является одной из приоритетных задач современной энергетики. Образование подавляющего большинства указанных веществ происходит при высоких температурах, то есть в процессах горения. Именно поэтому первостепенное значение имеют вопросы уменьшения количества вредных выбросов в камерах сгорания, как мобильных (автомобильные двигатели внутреннего сгорания), так и стационарных энергетических установок при сжигании различных топлив.

Несмотря на то, что основными продуктами сгорания являются углекислый газ и вода, дополнительные продукты, хоть и образуются в существенно меньших концентрациях, чрезвычайно важны с точки зрения экологии. Во второй половине XX века было доказано, что окислы азота NO и NO_2 (вместе называемые NO_x) являются основными реагентами при образовании фотохимического смога. Также NO_x участвует в цепных реакциях, приводящих к удалению озона из стратосферы. Таким образом, проблема удаления окислов азота является одной из ключевых проблем горения и экологии.

Оптимизация горения и сокращение концентрации оксидов азота и других примесей может достигаться различными способами, среди которых выделяют:

- физическую и химическую абсорбцию, при которой происходит процесс извлечения компонентов отходящего газа из потока растворителем. Обычно в качестве растворителя используется вода или органические растворители. Главное отличие физической абсорбции от химической заключается в том, что при физической абсорбции растворитель не вступает в химическую реакцию с газом. В случае же хемосорбции происходит химическая реакция между компонентами газа и хемосорбентом, который находится в растворе;

- адсорбцию, методы которой основаны на удалении компонентов отходящего газа за счет их поглощения пористыми адсорбентами. Наиболее часто используемыми адсорбентами являются активные угли, алюмогели, силикагели, цеолиты и иониты;

- каталитические методы, заключающиеся в каталитическом окислении компонентов отходящего газа посредством разнообразных катализаторов. Каталитическая очистка применяется для удаления из газов большинства главных примесей: оксидов азота, диоксида серы, окиси углерода;

- термические методы, когда путем термического окисления или прямого сжигания устраняют из газовых потоков горючие компоненты, в основном органического происхождения;

- метод конденсации, основанный на том, что при снижении температуры давление насыщенного пара растворителя также уменьшается. Происходит охлаждение смеси паров растворителя с воздухом в теплообменнике с последующей конденсацией;

- метод компримирования, где используется тот же принцип, что и в методе конденсации, но для паров растворителей под избыточным давлением;

– биологические методы, основанные на сорбции токсичных веществ из газового потока водной фазой – средой обитания микроорганизмов, которые и разрушают сорбированные вещества.

Основными реально реализуемыми принципами сокращения эмиссии NO_x в камерах сгорания являются уже упомянутое селективное каталитическое восстановление, «мокрый» способ – подача воды или пара в зону горения, а также сокращение времени пребывания продуктов сгорания в зоне высоких температур (деление одного факела на несколько более мелких) и предварительная подготовка обедненной топливно-воздушной смеси и ее сжигание при относительно низких температурах.

В странах бывшего Советского Союза одним из основных направлений по ограничению эмиссии NO_x является модернизация камер сгорания в существующих установках. Однако такая модернизация наиболее эффективна только для установок с изначально большой эмиссией. Для большего снижения требуются существенно более сложные изменения. Применение новых типов малотоксичных установок в настоящее время является малоэффективным, так как эти малоэмиссионные конструкции с трудом могут обеспечить эмиссию NO_x ниже уровня 100 мг/м^3 (опытные образцы не отвечают требованиям надёжности). Несмотря на это, в настоящее время ведутся активные работы, направленные на обеспечение эффективного горения с минимальным уровнем вредных выбросов, при этом отвечающих требованиям экономической и энергетической эффективности.

УДК 656.2:502.3

МОДУЛЬ РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ОТ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «НДВ-ВЫБРОСЫ»

М. В. АНДРЕЙЧИКОВ, С. М. КИРИЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Е. А. ГАЕВСКАЯ

Барановичское отделение Белорусской железной дороги

В настоящее время для расчета выбросов от котельных установок разработчику акта инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух необходимо воспользоваться сразу тремя техническими кодексами установившейся практики: по определению выбросов при сжигании топлива в котлах, правилами расчета выбросов тяжелых металлов, правилами расчета выбросов стойких органических загрязнителей (ТКП 17.08-01-2006 или ТКП 17.08-04-2006, ТКП 17.08-14-2011, ТКП 17.08-15-2011). В результате этого существенно увеличилась трудоемкость выполнения работ по инвентаризации, что немаловажно в первую очередь для тех железнодорожных предприятий, на которых преобладают источники выбросов данного типа (дистанции пути, дистанции гражданских сооружений, объекты собственного хозяйства). Для сокращения сроков выполнения работ, повышения степени автоматизации потребовалось существенное обновление модуля расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от котельных установок программного комплекса «НДВ-ВЫБРОСЫ». Данный модуль учитывает положения всех указанных выше технических нормативных правовых актов по определению выбросов и реализован на базе табличного процессора «Microsoft Excel». Для расчета выбросов на листе ввода исходных данных вносится информация по номеру источника выбросов, марке котла и его типу (паровой/водогрейный), виду применяемого топлива, мощности, коэффициенту полезного действия на номинальном режиме работы, расходу топлива и фактическому времени работы за отчетный период, объему топочной камеры и относительной тепловой нагрузке, производительности дымососа.

При работе котла на жидком топливе (самом «неблагоприятном» варианте по количеству загрязняющих веществ) расчет выбросов выполняется по двадцати одному загрязняющему веществу, результаты расчетов формируются по группам веществ на соответствующих листах книги Excel (лист исходных данных; лист результатов определения выбросов загрязняющих веществ по ТКП 17.08-01-2006 или ТКП 17.08-04-2006; лист результата расчета объема дымовых газов, приведенных к нормальным условиям и коэффициенту избытка воздуха $\alpha = 1,4$; лист результатов определения выбросов тяжелых металлов; лист результатов определения выбросов диоксинов; лист результатов определения выбросов полихлорированных бифенилов и гексахлорбензола; лист результатов определения выбросов полициклических ароматических углеводородов. Выполнен этап разработки программного модуля трудоемкие операции по формированию соответствующей справочной базы данных по видам топлива и их характеристикам, коэффициентам удельного выделения загрязняющих веществ, впоследствии любой разработчик инвентаризации за считанные минуты имеет возможность определить выбросы расчетным путем при работе данного типа источника выделения.