

– 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  $\text{NO}_x$  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  $\text{NO}_x$  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  $\text{NO}_x$  ниже уровня  $100 \text{ мг/м}^3$  (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.

Для формирования соответствующих разделов акта инвентаризации результаты по определению количественных характеристик выбросов обрабатываются комплексной программой «Проект НДС», которая также подверглась существенному обновлению в связи с выходом новых технических кодексов установившейся практики.

Простота в использовании, доступность в понимании принципов работы как для опытных, так и для начинающих пользователей, позволяют экономить от 30 до 50 % времени на разработку актов инвентаризации и проектов нормативов допустимых выбросов. Справочные данные и руководство пользователя, содержащиеся в соответствующих разделах каждой программы комплекса «НДС-ВЫБРОСЫ», позволяют производить обучение начинающих разработчиков основам процесса нормирования выбросов, устанавливать зависимости выброса того или иного загрязняющего вещества при изменении характерных исходных данных соответствующего технологического процесса.

УДК 656.2:502.3

## СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ОБЪЕКТАМИ НЕФТЕБАЗ И СКЛАДОВ ТОПЛИВА

*М. В. АНДРЕЙЧИКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*Е. Л. НОВИКОВА*

*ИП «Лукойл-Белоруссия», г. Минск*

При выполнении работ по инвентаризации источников выбросов ряда промышленных предприятий, специализирующихся на хранении нефтепродуктов, возникла проблема разработки мероприятий по снижению воздействия на атмосферный воздух при процессах непосредственно хранения нефтепродуктов и, особенно, при процессах заполнения нефтепродуктами резервуаров и автоцистерн. Наибольшую опасность с точки зрения воздействия на атмосферный воздух представляют процессы обработки всех видов бензинов как наиболее легких и склонных к «летучести» видов нефтепродуктов. Одним из наиболее оптимальных решений с точки зрения материальных затрат и последующего экономического и экологического эффектов является оборудование нефтебаз так называемой системой рекуперации. Рекуперация паров нефтепродуктов – это улавливание и возврат в резервуар хранения паров нефтепродуктов или же перевод их в жидкую фазу с их последующим возвратом в этом же состоянии в резервуары с исходным нефтепродуктом. Иными словами, рекуперация паров – недопущение их потерь методом возврата в виде парогазовой фазы или жидкости обратно в резервуар.

Уловить пары нефтепродуктов достаточно сложно. Для организации процесса рекуперации паров необходимо иметь оборудование герметичного налива с отводом паров и установку рекуперации. На сегодняшний день системы рекуперации очень многообразны и основаны на различных физических принципах.

По особенностям реализации способы рекуперации паров нефтепродуктов из паровоздушной смеси (ПВС) можно структурировать следующим образом:

- захлаживание ПВС в холодильниках (без изменения давления) до конденсации углеводородов в жидкую фазу (криогенные технологии);
- сжатие ПВС с одновременным захлаживанием до конденсации паров;
- адсорбция углеводородов из смеси адсорбентом с последующей десорбцией;
- разделение ПВС на мембранах, обладающих определенной селективностью;
- абсорбция углеводородов из смеси адсорбентом с последующей десорбцией и разделением фракций.

Для рекуперации на различных объектах требуется схожее оборудование. Для нефтебазы прежде всего необходима установка оборудования герметичного слива-налива железнодорожных и автоцистерн. Система верхнего герметичного налива цистерн должна быть оборудована стояками с телескопическими наливными патрубками и крышками герметизации с отбором паров. Применение таких стояков дает возможность исключить явление «падающей струи», а также позволяет отвести пары из цистерны по трубопроводам газовой обвязки для паровозврата или дальнейшей рекуперации. Система нижнего налива цистерн предусматривает отбор и отвод паров из зоны налива по отдельному рукаву, подключаемому к специальному патрубку или к крышке герметизации горловины.

Если резервуары с бензинами не оборудованы понтонами, то требуется их газовая обвязка – газоуравнивательная система с резервуарами переменного объема – газгольдерами. Комплекс для резервуарного парка включает в себя трубопроводную газовую обвязку с использованием мягких резервуаров-газгольдеров, изготавливаемых из газо- и жидкостенепроницаемого антистатического материала. В газгольдеры вытесняется