

ОСНАЩЕНИЕ УСТАНОВОК ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ДИЗЕЛЕЙ

Д. Н. Титов¹, Д. С. Печенникова², Т. А. Стопорева³

¹ Восточно-Казахстанский национальный технический университет,
г. Усть-Каменогорск,

^{2,3} Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

Для проведения комплексного анализа газов перед устройствами для их очистки и между ступенями очистки необходимы, исходя из требований стандартов России и ЕВРО-стандартов приборы, обеспечивающие измерение концентраций оксида углерода CO, суммы углеводородов C_xH_y в пересчете к метану, оксидов азота NO_x и твердых частиц ТЧ.

По структурно-функциональному построению измерительный комплекс представляет собой четыре измерительных канала на CO, C_xH_y, NO_x и ТЧ.

В первичном измерительном преобразователе (ПИП) на CO принято применять инфракрасный метод, основанный на измерении величины поглощения лучистой энергии (инфракрасного излучения) при прохождении света через анализируемый газ. Для уменьшения влияния параметров окружающей среды первичный измерительный преобразователь выполняется по двухканальной дифференциальной схеме, где второй канал, в котором измерительная камера заполняется смесью и герметизируется, является сравнительным. В первый же канал поступает анализируемый газ.

В первичном измерительном преобразователе на C_xH_y обычно используется пламенно-ионизационный метод, заключающийся в измерении величины ионизационного тока при сгорании C_xH_y в пламени водорода. Считается, что сигнал пламенно-ионизационного преобразователя пропорционален числу атомов углерода, содержащихся в молекуле C_xH_y, а при анализе C_xH_y показания преобразователя выражаются в эквивалентном количестве контрольного вещества – метана.

В первичном измерительном преобразователе на NO_x используется хемилюминесцентный метод, основанный на измерении интенсивности хемилюминесцентной реакции при взаимодействии NO_x с озоном. Интенсивность свечения пропорциональна концентрации NO. В первичный измерительный преобразователь встраивается генератор озона, вырабатывающий озон, необходимый для

проведения хемилюминесцентной реакции. Как известно, в составе отработавших газов (ОГ) помимо NO имеется также NO₂. В ПИП на NO_x с помощью термokatалитического конвертора, наполненного соответствующим катализатором, происходит восстановление NO₂ до NO. Степень восстановления не ниже 90 %. Таким образом, ПИП на NO_x измеряет суммарное значение NO и NO₂.

Выходной сигнал каждого ПИП усиливается, преобразуется в цифровой код и выводится на цифро-отсчетное устройство (ЦОУ). Помимо цифрового отсчета в системе имеются четыре самописца, дублирующие показания ЦОУ и ПЭВМ. Унифицированный токовый сигнал 0-5 мА позволяет дистанционную передачу выходных сигналов.

Обычно система имеет четыре штатных режима работы: «Анализ» – система работает в режиме анализа ОГ, «Калибровка 0» – в системе происходит установка нуля шкалы ПИП с помощью «нулевого» газа – азота, «Калибровка К» – в системе происходит установка конца шкалы ПИП с помощью поверочной газовой смеси, «Ожидание» – система прогревается и продувается воздухом, в промежутках времени между анализами.

Забор пробы осуществляется с помощью побудителей расхода, входящих в комплект системы и обеспечивающих расход анализируемых ОГ до 5 л/мин.

В комплект системы, как правило, входят также двухбаллонные стойки для калибровочных газов. Метрологически система поверяется и настраивается с помощью поверочных газовых смесей, серийно выпускаемых промышленностью. В ряде ПИП имеются электрические имитаторы концентраций газов – реперные устройства.

Кроме систем, позволяющих проводить комплексный и одновременный анализ всех компонентов, имеются газоанализаторы на отдельные компоненты.

Для измерения NO_x в составе ОГ разработаны переносные хемилюминесцентные газоанализаторы, в которых проводится раз-

дельное измерение концентрации NO и суммы NO и NO₂.

Таким образом, приборы позволяют осуществлять по выбору анализ NO или суммы NO_x. NO₂ восстанавливается до NO с помощью нагретого до 300 °С катализатора. Для повышения мер безопасности в приборе предусмотрено термическое разложение озона, откачиваемого из реакционной камеры газоанализатора.

В блоках приборов, как правило, размещены устройства пробоподготовки (фильтры, регуляторы, побудитель расхода), во втором – реакционная камера, схемы электронной обработки информации. В комплект приборов входит обогреваемый газозаборник длиной 5 м. Вывод информации осуществляется на цифроотсчетное устройство и в виде унифицированного сигнала 0-5 мА; имеется возможность подключения самопишущего прибора; быстродействие таких газоанализаторов с учетом пятиметрового газозаборника не более 20 с.

Оптическая схема с одним мигающим излучателем и селективным газонаполненным терморезистивным приемником обеспечивают высокую надежность и стабильность показаний. Нулевая точка шкалы в любой момент может быть проверена и при необходимости отрегулирована по окружающему воздуху. Для проверки и регулировки чувствительности в процессе работы, газоанализаторы оснащены встроенным реперным устройством. Применение полупроводникового терморезистора обеспечивает термокомпенсацию температурной погрешности в интервале рабочих температур без применения термостатирования.

Для более полной оценки процессов очистки газов в нейтрализаторах разработаны газоанализаторы, в которых оптический блок на два газа содержит один мигающий излучатель, одну рабочую кювету и два последовательно расположенных на оптических осях терморезисторных приемника, заполненных CO и CO₂. Каждый канал измерения оснащен устройствами автоматической периодической калибровки нуля шкалы по окружающему воздуху и чувствительности по встроенному реперу. Применение схемы термокомпенсации температурных погрешностей на основе проволочных медных резисторов обеспечивает высокую точность и повторяемость параметров без применения термостатирования.

Для определения СН в ОГ при проведении научно-исследовательских работ при

оценке эффективности очистки газов в нейтрализаторах разработаны переносные газоанализаторы.

Принцип действия газоанализаторов, как правило, основан на методе прямого поглощения инфракрасного излучения исследуемым газом. Такие газоанализаторы работают по двухканальной двухлучевой схеме. Излучение от нихромовой нити накаливания с помощью отражателя поступает на две кюветы: рабочую и сравнительную. Последняя наполнена непоглощающим газом – азотом. Анализируемая проба через рабочую кювету прокачивается при помощи побудителя расхода. Сравнительная и рабочая кюветы герметизируются со стороны фотоприемников интерференционными светофильтрами с максимумом пропускания в области 3,4 мкм и шириной полосы 60 см⁻¹.

Прошедшее через кюветы инфракрасное излучение фокусируется на фоторезисторы, включенные по мостовой схеме. Мост питается переменным напряжением синусоидальной формы. При равных световых потоках, попадающих на фоторезисторы, и сбалансированном мосте сигнал на предварительный усилитель не попадает. Если в рабочей кювете присутствует газ, поглощающий инфракрасное излучение, освещенность фоторезисторов становится различной, мост разбалансируется, возникающий при этом сигнал усиливается, детектируется и попадает на выходной прибор.

Из-за различия коэффициентов поглощения СН измеренные концентрации приводятся к определенному эквиваленту, которым служат n-гексан.

Приборы имеют механический калибратор, представляющий собой флажок, вводимый с помощью электромагнита в оптический поток рабочего канала, и имитирующий поглощение в рабочей кювете.

Опыт зарубежного и отечественного аналитического приборостроения показал, что наиболее полно требованиям автомобилестроителей, эксплуатационников автотранспорта, научных исследований удовлетворяют специализированные газоанализаторы ОГ, учитывающие в схемно-конструкторских решениях характерные физико-химические особенности ОГ (высокая температура, влажность, значительное число компонентов ОГ, их агрессивность и токсичность, наличие сажи и т. д.).

Один из первых стендов для испытания каталитических нейтрализаторов был создан С. С. Филатовым в Институте горного дела

(г. Свердловск, ныне – Екатеринбург). Он был оснащен устройствами для отбора газов до и после нейтрализатора, а анализ состава газов проводился хроматографическими способами и на фотоэлектроколориметре. Одновременного сравнительного анализа по изучению отдельных каталитических материалов не проводилось.

Подобный стенд был создан в НИИ «Гипроуглемаш» (г. Караганда) Р. М. Поповиченко и использовался при подборе катализаторов для устройств очистки отработавших газов горнорудной техники. Его возможности были ограничены, а приборное оснащение было в основном лабораторно-аналитическим.

Созданный в ЦНИДИ стенд для испытания нейтрализаторов О. А. Гладковым, Е. В. Бернштейн, В. И. Смайлисом и Л. А. Новиковым был предназначен для испытания устройств жидкостной нейтрализации газов дизелей и не был оригинальным ни в плане устройства, ни в плане приборного оснащения.

Разработанный ФНИКТИД Е. Ю. Березиным, С. П. Моисеевым, Н. И. Павловым стенд для испытания каталитических нейтрализаторов оборудовался уже приборами непрерывного контроля за составом газов. Однако и этот стенд имел тот недостаток, что испытания можно было проводить только отдельно в различные временные периоды.

Стенды, созданные в ОАО ПО «Алтайский моторный завод» и ОАО ХГ «Барнаултрансмаш» предназначались только для испытаний готовых изделий, хотя оснащались современными измерительными комплексами. Проведение сравнительных испытаний каталитических материалов было возможно только с демонтажем одних устройств и монтажом других.

Стенд, созданный в ФГУП «15-й автомобильный ремонтный завод» оборудовался тепловыми аккумуляторами, позволяющими стабилизировать температуру отработавших газов перед нейтрализатором, однако не был лишен недостатков, описанных выше.

В работах П. В. Исаенко, В. Д. Исаенко и В. А. Аметова описана испытательная стан-

ция, включающая автомобиль на беговых барабанах (динамометре), вентилятор (имитатор движения окружающей среды), газоанализаторы и компьютер. Приборное оснащение предполагало наличие инфракрасных анализаторов CO и CO₂, пламенно-ионизационного анализатора на C_xH_y, хемилюминесцентного – на содержание NO_x.

Оснащение экспериментального стенда для определения основных характеристик трегеров (каталитических блоков) на основе СВС-материалов содержит ту же информацию.

Системы отбора проб при испытаниях нейтрализаторов описаны в работах А. А. Капустина и Ю. Г. Добрынина, В. М. Подчинка и Ю. С. Медведева. Оригинальность последней работы заключалась в применении фильтров фирмы «Нитто Босеко Ко» (Япония) из стекловолокна с графитовым покрытием для анализа содержания в газах твердых частиц.

Стенды для испытаний нейтрализаторов описаны В. И. Смайлисом и В. А. Звоновым, но описания не содержат оригинальной информации с точки зрения приборного оснащения.

Что касается изучения эффективности каталитической очистки, то нельзя считать сравнение отдельных каталитических материалов корректными, если измерения производятся различными приборами в различных условиях. Это подводит к выводу о необходимости создания специальных комплексов и приборного оснащения для изучения свойств материалов, используемых для очистки газов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бойко, В. Ф. Оценка пористости насыпного объема дисперсных материалов слоистой структуры / В. Ф. Бойко, С. В. Николенко // Огнеупоры и техническая керамика. – 2005. – № 5. – С. 43-46.
2. Гайнеман, А. А. Очистка газовых и жидких сред металлокерамическими СВС-фильтрами / А. А. Гайнеман, В. Д. Гончаров, А. Л. Новоселов // Известия Томского политехн. ун-та. – 2007. – Т. 311, № 2. – С. 146-150.