

УДК 621.182

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ВЫБРОСОВ ТЭС

Свирилин М.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Чиж В.А.

Определение состава продуктов сгорания является важным с позиций как контроля выбросов вредных веществ тепловыми электростанциями в атмосферу, так и оптимизации процессов сжигания топлива в энергетических установках. Для этого в дымовых газах контролируется содержание кислорода, монооксида углерода, оксидов азота и серы, а при сжигании твердых топлив — еще и концентрация летучей золы. Все крупные ТЭС должны быть оснащены системами непрерывного контроля и учета выбросов вредных веществ (СНКиУВ) в воздушный бассейн. Для осуществления непрерывного контроля эмиссии загрязняющих веществ проводятся прямые круглосуточные измерения с помощью газоанализаторов и газоаналитических систем как отечественного, так и зарубежного производства, работа которых основана на различных физико-химических методах и которые принципиально могут быть использованы при внедрении СНКиУВ. В зависимости от вида и задач измерений возможно применение различных типов приборов, имеющих разные характеристики. В работе сделана попытка анализа газоаналитических систем для измерения содержания загрязняющих веществ в уходящих газах, базирующихся на разных физических и физико-химических методах по данным анализа.

Котлы ТЭС и котельных являются наиболее крупными загрязнителями атмосферы и одними из основных источников выброса в окружающую среду оксидов азота, серы, углерода и золы. Поэтому именно перед крупными ТЭС стоит первоочередная задача оснащения всего производственного цикла системами непрерывного контроля и учета выбросов вредных веществ в воздушное пространство. Состав дымовых газов характеризует процесс сжигания органических топлив в топках котлов относительно его эффективности и экологической чистоты, а также обуславливает состояние газового тракта (присосы холодного воздуха) и надежность работы отдельных поверхностей нагрева (сульфидная и сернистая коррозии). Поэтому достоверное определение состава продуктов сгорания является одной из важнейших задач при наладке и эксплуатации котельного оборудования. Непрерывный контроль выбросов ТЭС вредных веществ в атмосферу производится с помощью прямых газоаналитических измерений концентраций различных компонентов. Основной структурной составляющей СНКиУВ ТЭС являются газоанализаторы и средства измерения скорости, расхода и физических параметров дымовых газов: их температуры, давления, влажности. Для этих целей в настоящее время могут применяться газоанализаторы и газоаналитические системы как отечественного, так и зарубежного производства. Они работают на основе различных физико-химических методов и могут быть использованы при внедрении СНКиУВ на ТЭС. Выбор конкретных газоаналитических систем связан с немалыми трудностями, так как все они имеют свои преимущества и недостатки, и, для того чтобы отдать предпочтение тому или иному виду оборудования, требуется учесть множество различных факторов и параметров. Данные системы могут быть пробноотборными и беспробноотборными, базироваться на разных методах анализа, измерять определенный набор газовых примесей, иметь существенные различия в условиях эксплуатации и сервисных возможностях, стоимости и т.д. Поэтому в зависимости от вида и задач измерений используются те или иные типы приборов, обладающих различными характеристиками. Например, режим работы может быть периодическим или непрерывным (от нескольких часов до нескольких месяцев), место установки — внутри или вне газового тракта, на котле или на дымовой трубе, исполнение — стационарным или переносным; количество измеряемых компонентов может варьироваться, сервисные возможности могут быть разными. Ниже приведен сравнительный анализ газоаналитических систем для измерения

содержания загрязняющих веществ в уходящих газах. Работа этих систем базируется на различных физических и физико-химических методах анализа: хроматографических, электрохимических, термических, ионизационных, магнитных, полупроводниковых, оптических.

В таблице 1 представлены основные характеристики методов, широко используемых в области газового анализа.

Таблица 1

Метод	Задание	Достоинства	Недостатки
Хроматографический	Многokратное разделение компонентов между двумя фазами, газом-носителем и твердым сорбентом, измерение содержания выделившихся компонентов	Универсальность. Высокая точность.	Трудоемкость. Недостаточная воспроизводимость результатов
Термокондуктометрический	Анализ зависимости теплопроводности рассматриваемой газовой смеси от концентраций определяемых газов	Широкий диапазон измерений. Возможность работы с химически инертными компонентами	Невысокая селективность. Возможность анализа в основном для двухкомпонентных смесей. Чувствительность к влиянию электромагнитных полей
Термический	Измерение теплового эффекта реакций, сопровождающихся изменениями температуры чувствительного элемента	Быстрота. Широкий спектр контролируемых веществ. Невысокая стоимость	Низкая стойкость к перегрузкам. Непродолжительный срок службы (2—3 года). Низкая селективность
Ионизационный	Измерение тока ионизации, возникающего при сжигании анализируемой смеси в водородном пламени	Высокая чувствительность. Высокая селективность к неорганическим примесям	Невысокая селективность по отношению к органическим примесям
Магнитный	Базируется на изменении физических свойств газовой смеси под воздействием магнитного поля	Высокая точность	Может использоваться только для измерения $\zeta$
Полупроводниковый	Измерение содержания компонента газовой смеси путем оценки изменения сопротивления полупроводника при взаимодействии с этим компонентом газовой смеси	Невысокая стоимость. Простота конструкции	Зависимость от температуры и влажности окружающей среды. Недостаточная селективность

Электрохимический	Установление зависимости между физическим параметром газоаналитической системы, который изменяется в результате процесса, протекающего на электроде или в межэлектродном пространстве, и составом газа, поступающего в нее	Возможность одновременного измерения нескольких компонентов. Невысокая стоимость. Компактность. Простота обслуживания	Возможность “отравления” датчика при превышении максимально допустимой для измерения данным прибором концентрации вещества. Низкая селективность. Длительность установления показаний при измерении малых концентраций. Небольшой срок службы (2-3 года)
Молекулярно-адсорбционная спектроскопия	Измерение интенсивности избирательного поглощения определенного светового спектра молекулами газов и паров	Высокая селективность. Стойкость к перегрузкам. Нечувствительность к электромагнитным полям и агрессивным средам. Способность передавать аналитический сигнал без искажений на большие расстояния. Продолжительный срок службы. Надежность	Высокая стоимость. Затруднено обслуживание при размещении на высоте
Люминесцентный метод	Установление зависимости интенсивности свечения вещества при поглощении внешней энергии от состава этого вещества	Высокая чувствительность. Высокая стойкость к перегрузкам. Нечувствительность к электромагнитным полям. Способность передавать аналитический сигнал без искажения на большие расстояния. Продолжительный срок службы. Надежность.	Необходимость предварительного удаления водяных паров, влияющих на результаты измерений

Как видно из таблицы 1, с помощью большинства методов можно провести измерения необходимого перечня веществ, но при этом только часть указанных методов имеют область применения, соответствующую целям СНКиУВ ТЭС, и могут обеспечить требуемые диапазоны измерения концентраций веществ. К методам, которые в полной мере подходили бы для контроля и учета выбросов загрязняющих веществ, можно отнести хроматографию, магнитные, электрохимические и оптические методы. Кроме того, для оптимизации процесса сжигания могут быть применены также тепловые, ионизационные и полупроводниковые методы. Учитывая необходимость долговременной непрерывной работы газоанализаторов для контроля и учета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, а также требования к надежности и независимости от влияния агрессивных компонентов и температуры газового потока, предпочтительнее применять для этих целей оптические газоанализаторы. Для снижения стоимости оборудования,

входящего в состав СНКиУВ ТЭС и предназначенного для оптимизации процессов сжигания, могут быть также использованы электрохимические и термомагнитные газоанализаторы.

#### ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ современных методов газового анализа показал, что большинство из них принципиально обеспечивают измерения содержания требуемого перечня загрязняющих веществ. Однако область их применения и обеспечиваемые диапазоны измерения не всегда соответствуют целям и задачам СНКиУВ ТЭС.

2. Для контроля и учета выбросов загрязняющих веществ можно использовать хроматографию, магнитные, электрохимические и оптические методы.

3. Наиболее перспективным является применение оптических газоанализаторов, использование электромагнитных и электрохимических методов возможно при необходимости снижения стоимости газоаналитического оборудования. Для целей контроля и оптимизации процесса сжигания могут быть применены также тепловые, ионизационные и полупроводниковые методы.

4. Для измерения содержания взвешенных веществ (пыли) в выбросах рекомендуется применение оптических газоанализаторов, в основе которых лежит молекулярная спектроскопия, и люминесцентных методов.

#### Литература

1. Кондратьева О.Е. Основные подходы к созданию систем мониторинга воздействия ТЭС на окружающую среду // Энергетик. 2016. № 12. С. 32—40.

2. Контроль вредных выбросов ТЭС в атмосферу / П.В. Росляков, И.Л. Ионкин, И.А. Закиров и др.; под ред. П.В. Рослякова: учеб. пособие. М.: Изд-во МЭИ, 2004.

3. Жихар Г.И. Тепловые электрические станции: укрупнённый расчет котла, выбор тягодутьевых машин, охрана окружающей среды: Учебное пособие / Г.И. Жихар, Н.Б. Карниций, И.И. Стриха. Под ред. Н.Б. Карницкого. – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 380 с.

4. ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА, 2017, № 6, с. 48-62.