

Таким образом, атмосферные осадки - основная гидролого-климатическая составляющая водного питания водосборов Западного Буга, Лесной, Мухавца - являются, с одной стороны, определяющим экологическим фактором влагопереноса (тепловлагомассообмена) в атмосфере Белорусского Полесья, с другой - инфильтрационного питания подземных вод на территории СЭЗ "Брест".

При радикальном антропогенном влиянии на гидросферу, неизбежна разбалансировка процесса естественного теплозагообмена на водосборах рек Западный Буг, Припять.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Валуев В.Е., Волчек А.А., Мешик О.П., Цилиндь В.Ю. К вопросу установления границ природоохранных зон производственных комплексов // Труды НТК / Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии. Ч.1 - Гродно, 1995.- С.327-333.

УДК 535.32: 551.508

НЕПРЕРЫВНЫЙ КОНТРОЛЬ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ КОТЛОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СГОРАНИЯ ТОПЛИВА

В.А. Фираго, А.А. Афоненко, И.С. Манак, С.Н. Дрозд
(БГУ, г. Минск)

Для непрерывного контроля за эффективностью сгорания топлива необходимо вести анализ текущего содержания кислорода и угарного газа в отходящих газах котлов, поддерживая их определенное соотношение. Возможно использование двух типов газовых сенсоров: контактных (электрохимических) и бесконтактных (оптических). Контактные датчики (например, хорошо известной немецкой фирмы TESTO) используются в основном для разового контроля. Существующие же электрохимические датчики для непрерывного контроля требуют использования системы газоочистки. Срок службы их даже при наличии системы газодготовки обычно не превышает одного года, поскольку в процессе эксплуатации в таких сложных влагосодержащих и агрессивных средах, как дымовые газы котлов, наблюдается деструкция чувствительного слоя и деградация характеристик этих датчиков.

Более подходящими для непрерывного контроля являются оптические газоанализаторы. Универсальные системы непрерывного контроля, например, шведской фирмы OPSIS, используют методы дифференциальной абсорбционной спектроскопии, требующие сложной спектрометрической аппаратуры и обработки получаемых сигналов на компьютере. Поэтому их стоимость в зависимости от числа анализируемых компонент достигает нескольких сотен тысяч долларов США. Более простые инфракрасные модули для анализа CO, CO₂ и NO также достаточно дорогие - несколько десятков тысяч долларов США на один анализируемый компонент. Очевидно, что в экономических условиях нашей республики широкое применение в теплоэнергетике для экономии топлива могут найти лишь газоаналитические средства, стоимость которых не будет превышать несколько тысяч долларов США, с низкими затратами на техническое обслуживание и периодические поверки.

Наиболее перспективные оптические методы непрерывного контроля основаны на лазерной и светодиодной спектроскопии в инфракрасной области спектра.

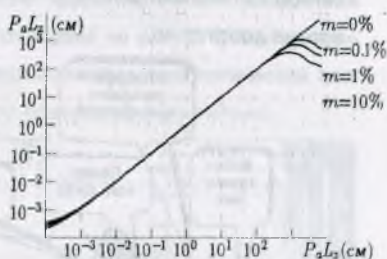
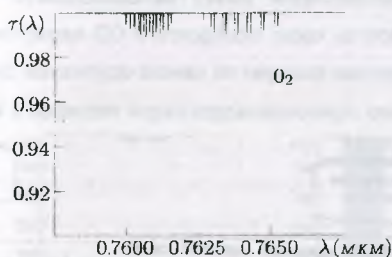


Рис. 1. Спектр пропускания кислорода.

Рис.2. Результаты определения O₂

Для непрерывного контроля содержания кислорода можно использовать его линии поглощения в спектральной области 0,76 мкм, показанные на рис. 1. В этой области имеются полупроводниковые лазеры с мощностью излучения десятки и сотни мВт. Однако, слабое поглощение кислорода, составляющее примерно 10^{-4} для трассы длиной 1 м при концентрации кислорода в отходящих газах 1% и менее, требует создания специальных высокочувствительных корреляционных методов лазерной спектроскопии, нечувствительных к влиянию различных дестабилизирующих воздействий. Анализ известных методов лазерной спектроскопии

показал их недостаточную эксплуатационную устойчивость. Использование нами предварительной калибровки и модифицированных корреляционных процедур обработки приходящего с контролируемой трассы зондирующего сигнала позволило улучшить метрологическую надежность и устранить погрешности, вызываемые загрязнениями оптических поверхностей, изменениями коэффициента передачи электрического тракта и нестабильностью поддержания средней температуры кристалла лазера [1].

На рис. 2 представлены результаты моделирования характеристик (без учета паразитной интерференции) измерителя концентрации O_2 (рис. 3) при длине анализируемой трассы 1 м. По оси ординат представлены определяемые значения произведения парциального давления O_2 на длину трассы, а по оси абсцисс - истинные. Коэффициент m - представляет собой часть суммарной мощности излучения, приходящуюся на другие моды лазера. Хорошо видно, что пороговая чувствительность лазерного контроля концентрации O_2 с использованием модифицированного корреляционного метода высокая. Даже с учетом эффектов паразитной интерференции на оптических элементах она будет меньше 0,01%, что вполне достаточно.

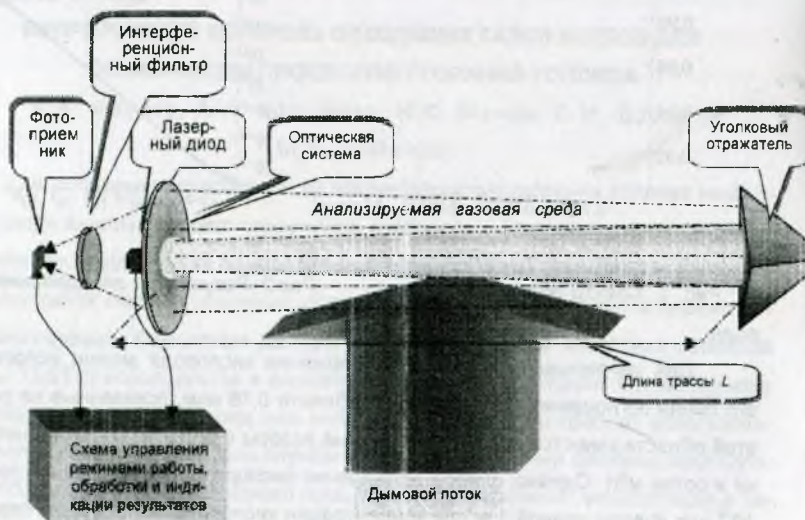


Рис.3. Функциональная схема лазерного контроля содержания O_2 в дымовых газах котлов.

Наиболее мощная полоса поглощения CO находится в средней области инфракрасного спектра, в которой пока нет полупроводниковых инжекционных лазеров, не требующих криогенного охлаждения. Поэтому для непрерывного контроля содержания CO в дымовых газах приходится использовать инфракрасные светодиоды с обычным термоэлектрическим охлаждением. Вследствие их малой по сравнению с лазерными диодами спектральной яркости, необходимо применять методы недисперсионной корреляционной спектроскопии, которые могут обеспечить селективность (выделение контролируемого компонента из смеси газов с перекрывающимися спектрами поглощения) в несколько раз лучшую, чем дифференциальные методы. Возникающее перекрытие иллюстрируется рисунком 4, где представлены спектры поглощения CO при концентрации 10^{-3} % от объема, CO₂ при концентрации 10% и H₂O с концентрацией 20% от объема при температуре 373 К. Указанные температуры и концентрации характерны для отходящих газов котлов. Длина трассы 1 м.

Функциональная схема недисперсионного корреляционного измерителя концентрации CO в отходящих газах котлов приведена на рис. 5. Модулированный по амплитуде сигнал от первого светодиода коллимируется оптической системой и проходит через корреляционную кювету, содержащую достаточно

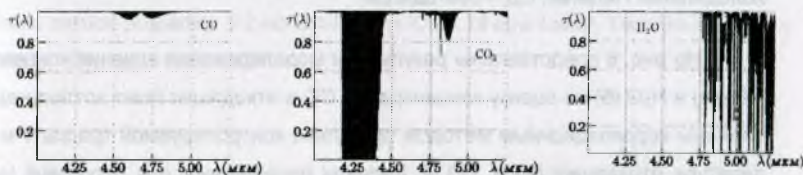


Рис.4. Спектры пропускания CO, CO₂, и H₂O

большое количество CO, после чего направляется на контролируемую трассу, проходя через дымовые газы. Приемная оптическая система собирает модулированный поток на чувствительную площадку фотоприемника. Очевидно, что при прохождении корреляционной кюветы наблюдается сильное поглощение спектральных составляющих потока излучения первого светодиода, совпадающих с линиями поглощения CO. Поэтому эти спектральные составляющие после корреляционной кюветы практически отсутствуют и резонансное поглощение CO дымовых газов не дает вклада в сигнал фотоприемника от первого светодиода. По-

скольку опорная кювета обычно не содержит CO , поток от второго светодиода при прохождении через дымовые газы резонансно ослабляется за счет поглощения оксидом углерода, что вызывает изменения амплитуды сигнала на выходе фотоприемника в зависимости от концентрации CO .

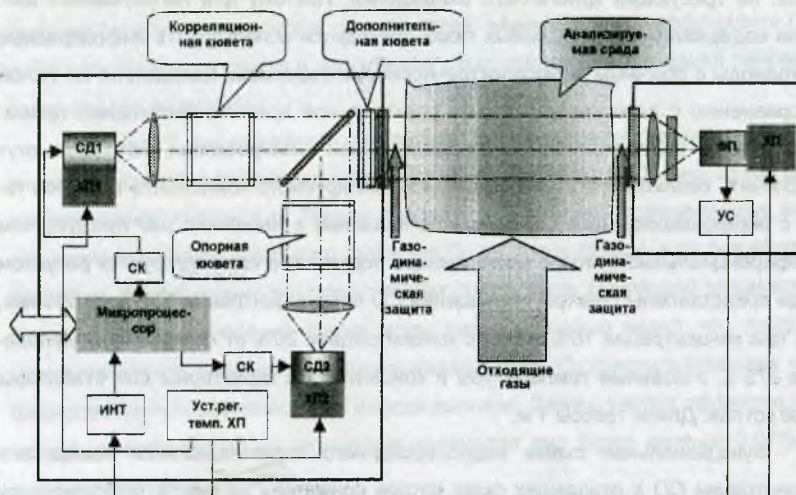


Рис. 5. Функциональная схема корреляционного газоанализатора: ФП – фотоприемник, УС – усилитель, ИИНТ – интегратор, СК – система контроля, ХП – холодильник Пельтье, СД – светодиоды.

На рис. 6 представлены результаты моделирования влияния концентрации CO_2 (а) и H_2O (б) на оценку концентрации CO в отходящих газах котлов недисперсионным корреляционным методом при длине контролируемой трассы 1 м и температуре отходящих газов 373 К. Расчеты проводились для пороговой чувствительности приемника излучения 10^{-9} Вт и интегральной мощности излучателя 50 мкВт. По осям ординат представлены определяемые значения произведения парциального давления CO на длину трассы (100 см), а по оси абсцисс – истинные. Величина доверительных интервалов выбрана равной среднеквадратичному отклонению шумов фотоприемника. Для уменьшения влияния CO_2 и H_2O на погрешности определения концентрации CO в оптическом канале моделировалось использование дополнительных кювет: длиной 5 см с чистым CO_2 при температуре 296 К и длиной 100 см с содержанием H_2O 10% при температуре 323 К (рис. 6).

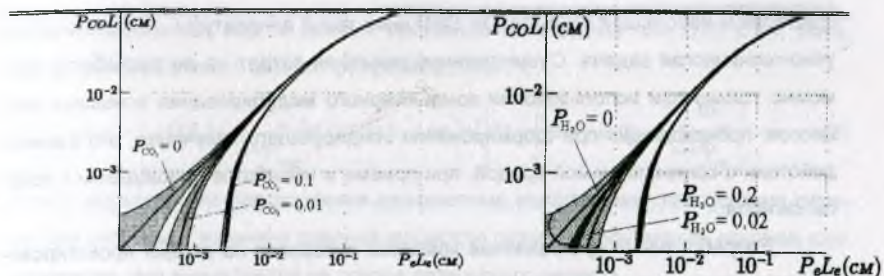


Рис. 6. Результаты определения СО при разных концентрациях CO_2 , и H_2O

Анализ полученных результатов показывает, что методы недисперсионного корреляционного контроля позволяют определять содержание СО в отходящих газах котлов вплоть до концентраций 10^{-4} от объема при длине трассы 1 м. В случае необходимости непрерывного контроля меньших значений концентрации СО можно аналогичными методами одновременно контролировать содержание паров воды и CO_2 , вводя в процессе расчетов необходимые поправки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Firago V.A., Manak I.S. Tendencies of development of GaAs-analytical means with stable service properties // 2-nd GR-I Intern. Conf. of new Laser, Technologies and application. - Olympia: 1997 - p.31.

УДК 535.32: 551.508

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПУТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

И.С. Манак, В.А. Фираго, А.А. Афоненко, С.Н. Дрозд

(БГУ, г. Минск)

Для осуществления непрерывного экологического мониторинга, а также контроля различных технологических процессов необходимы средства количественного газового анализа. Современные газоанализаторы должны обладать высокой селективностью, устойчивостью к влиянию различных дестабилизирующих