

4. Рожков А.А. Организация системы социально-экологического мониторинга последствий реструктуризации угольной отрасли/ А.А. Рожков, Е.М. Казаков, А.Г. Шеломенцев // Журнал «Уголь», 2001. № 3. С. 14–17.

Н.С. Метельская*, В.П. Кабашников*, О.С. Залыгина**,
Л.Е. Кратько*, Н.И. Чубрик*, В.В. Ажаронов*

**Институт физики им. Б.И. Степанова*

Национальной академии наук Беларуси – ИФ НАНБ

***Белорусский государственный технологический университет – БГТУ*

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ГАЗОФИЛЬТРОВОГО МЕТОДА В КОНТРОЛЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ И СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

The applications of an optical gas filter method for air pollution stack monitoring and remote measurements of trace species atmospheric column amount is discussed.

Всесторонний мониторинг состояния атмосферного воздуха невозможен без системы дополняющих друг друга устройств, основанных на различных методах. Контактные методы позволяют с большой точностью проводить локальные измерения содержания основных загрязнителей атмосферного воздуха, в основном у поверхности земли в пунктах мониторинга. Оптические дистанционные методы, как наземные, так и спутниковые, дают возможность определять общее содержание (а лидарные методы – и пространственное распределение) загрязнителей в атмосфере. Выбор конкретного метода контроля зависит от многих факторов – контролируемого вещества (веществ), условий измерения, требований к точности измерений и пр.

Одним из оптических методов, позволяющих проводить как дистанционные, так и контактные измерения содержания газообразных загрязнителей, является газофилтровый метод (метод недисперсионной корреляционной спектроскопии), предложенный первоначально в работах [1, 2]

и продолжающий развиваться до настоящего времени. Сущность газофилтрового метода состоит в использовании образца газа в качестве селективного оптического фильтра для зондирующего излучения, ослабленного тем же измеряемым газом в исследуемой среде. По разности потоков излучения при наличии "газового фильтра" и в его отсутствие судят о содержании измеряемого газа в среде. На протяжении последних десятилетий исследовались различные возможности приложения газофилтрового метода: контроль промышленных выбросов *in situ*, дистанционный контроль промышленных выбросов и состояния атмосферы в промышленных районах, спутниковый контроль общего содержания загрязнителей в атмосфере.

Газофилтровые корреляционные радиометры использовались на борту канадского спутника в программе MORITT (measurements of pollutants in the troposphere) [3, 4] для измерения общего содержания CO и CH₄ в атмосфере Земли. Однако, как показано в [5], определение содержания загрязнителей в атмосфере по данным с газофилтровых радиометров спутникового базирования затруднено из-за неоднородности отраженного земной поверхностью солнечного излучения, используемого в качестве зондирующего. В настоящее время для определения общего содержания загрязнителей в атмосфере Земли со спутников применяется метод ДОАС (дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии) с использованием широкополосных спектрометров высокой разрешающей способности [6].

В работах [7–12] проанализирована возможность использования газофилтровых корреляционных радиометров наземного базирования для определения общего содержания приоритетных загрязнителей в атмосфере с использованием зондирующего солнечного прямого или рассеянного излучения. Хорошо зарекомендовали себя газофилтровые радиометры для измерения CO по прямому солнечному излучению [7]. В [8] рассмотрена возможность использования собственного теплового излучения для измерения содержания CO в газообразных промышленных выбросах. Однако уровень

сигнала в этом случае низок и требует применения высокочувствительных приемников излучения. Измерение общего содержания SO₂ и NO₂ газофилтровым методом описано в [9, 10]. Показано, что измерение содержания этих загрязнителей затруднено в первую очередь из-за вариаций спектрального состава зондирующего излучения при использовании рассеянного солнечного излучения и из-за колебаний содержания озона в атмосфере (полоса поглощения O₃ перекрывается с полосами поглощения SO₂ и NO₂) при использовании прямого солнечного излучения. Нами разработан способ минимизации погрешности, вызванной влиянием озона, в применении к методу недисперсионной корреляционной спектроскопии при измерении содержания SO₂ и NO₂ при концентрациях, характерных для незагрязненной континентальной атмосферы и выше [11, 12]. Разработанный способ минимизации погрешности состоит в сочетании выбора оптимальных параметров оптического фильтра, выделяющего полосу поглощения SO₂ (NO₂), и учета влияния озона путем введения дополнительного оптического фильтра в спектральном участке сильного поглощения озона.

Газофилтровый метод нашел применение в контроле содержания загрязнителей в газообразных выбросах промышленных предприятий и автомобилей. В настоящее время выпускаются различные модели контактных анализаторов CO, CO₂, NO_x, SO₂, основанных на корреляционном газофилтровом методе, например [13–15]. В Республике Беларусь в настоящее время наиболее передовыми системами контроля за содержанием загрязняющих веществ в промышленных выбросах в атмосферный воздух являются автоматизированные системы контроля (АСК), проектирование и эксплуатация которых осуществляется в соответствии с ТКП 17.03-01-2008 (02120) [16]. Они позволяют вести непрерывный контроль в реальном времени с компьютерной регистрацией данных. Однако даже в автоматизированных системах контроля в основном применяются пробоотборные химические газоанализаторы, и лишь наиболее передовые предприятия Беларуси, такие как,

например, Гомельский химический завод или Гомельский стеклозавод переходят на беспробоотборные оптические газоанализаторы. Их приходится закупать за рубежом, так как в Республике Беларусь они не производятся. Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь утвержден перечень производственных объектов и технологического оборудования, выбросы от которых подлежат непрерывным измерениям в обязательном порядке. К ним относятся котельные установки большой мощности, установки по производству чугуна и стали, ряд технологического оборудования химической промышленности, вращающиеся печи по производству цементного клинкера, стекловаренные печи и др. К контролируемым веществам относятся прежде всего приоритетные загрязнители.

Таким образом, газоанализаторы на основе оптического газофилтрового метода могут найти применение в автоматизированных системах контроля содержания приоритетных газообразных загрязнителей в промышленных выбросах. Дистанционные газофилтровые радиометры могут использоваться для контроля содержания приоритетных загрязнителей в атмосфере и валидации спутниковых измерений.

Список литературы

1. Williams V.Z. Infra-red instrumentation and techniques / V.Z. Williams // *The Review of Scientific Instruments*. 1948. V.19, № 3. P.135–178.
2. Koppius O.G. Analysis of mixture with double-beam nondispersive infrared instrument / O.G. Koppius // *Analytical Chemistry*. 1951. V.23, № 4. P.555–559.
3. Drummond J. R. The measurements of pollution in the troposphere (MOPITT) instrument: overall performance and calibration requirements / J.R. Drummond, G.S. Mand // *J. of Atmos. and Oceanic Technology*. 1996. V.13. P.314–320.

4. Pétron G. Monthly CO surface sources inventory based on the 2000–2001 MOPITT satellite data / G. Pétron [et al.] // *Geophys. Res. Lett.* 2004. V.31, L21107, doi:10.1029/2004GL020560.

5. Francis G. L. Influence of surface reflectivity variability on MOPITT 2.2–2.3 μm channel radiances and the retrieval of CO and CH₄ / G.L. Francis [et al.] // *IEEE Intern. Geoscience and Remote Sensing Symp.*: Toronto, June 24–28, 2002.

6. Platt, U. Measurements of atmospheric trace gases by long path differential UV/visible absorption spectroscopy / U. Platt, D. Perner // *Optical and Laser Remote Sensing* / Ed. by D.K. Killinger and A. Mooradian. Berlin: Springer-Verlag, 1983. P.97–105.

7. Tolton B.T. Measurements of the atmospheric carbon monoxide column with a ground-based length-modulator radiometer / B.T. Tolton, J.R. Drummond // *Appl. Opt.* 1999. V.38, № 10. P.1897–1909.

8. Кабашников В.П. Метод пассивной корреляционной спектроскопии газов, основанный на их тепловом излучении / В.П. Кабашников, Н.С. Метельская // *Журн. прикладн. спектроскопии*. 2001. Т.68, № 6. С.790–793.

9. Баландин С.Ф. Исследование распределения относительной погонной концентрации NO₂ вблизи крупного промышленного центра / С.Ф. Баландин // *Оптика атмосферы и океана*. 2005. Т.18, № 11. С.999–1006.

10. Laurent J. Radiometre a modulation selective pour la detection a distance de polluants gazeux / J. Laurent // *Mesure regulation automatisme*. 1977. V.7. P.39–45.

11. Метельская Н.С. Газофилтровый метод в контроле общего содержания SO₂ в атмосфере / Н.С. Метельская, В.П. Кабашников // *Оптика атмосферы и океана*. 2010. Т.23, № 3. С.218–222.

12. Способ определения поглощающей массы диоксида азота в вертикальном столбе атмосферы и устройство для его реализации: пат. 12913 Респ. Беларусь, C1 G 01N 21/01 / В.П. Кабашников, Н.С. Метельская; заявитель Ин-т физики НАНБ. № а 20080648; заявл. 22.05.2008.

13. Режим доступа: <http://www.ecotech.com.au>

14. Режим доступа: <http://www.analysersindia.com>

15. Режим доступа: <http://www.gasanalizers.com>

16. Технический кодекс установившейся практики ТКП 17.03-01-2008 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Мониторинг окружающей среды. Правила проектирования и эксплуатации автоматизированных систем контроля за выбросами загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Минск: Минприроды. 2008. 21с.

М.В. Мозжерина, М.В. Березюк

Уральский государственный технический университет - УПИ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС И Г. ЗАРЕЧНЫЙ

Beloyarsk Nuclear Power Plant (BNPP) them. Kurchatov, is one of the nuclear power plants located in Russia. Analysis of the materials available in the open press, has shown almost complete absence of data describing the content of radionuclides in soil and vegetation within the city of Zarechny, where more than 30,000 people and assessment of radionuclides in the environment is of undoubted interest. Moreover, currently under construction of the third stage of BNPP BN-800.

Белоярская АЭС расположена в 42 километрах к востоку от г. Екатеринбурга на восточном берегу водохранилища, созданного на реке Пышме в качестве водоема-охладителя. Первая очередь БАЭС состоит из блоков №1 и 2 общей мощностью 300 МВт с водографитовыми ректорами. Первая очередь станции выведена из энергетической эксплуатации. Топливо из реакторов №1 и 2 выгружено в бассейны выдержки. Все технологические системы, работа которых не требуется по условиям безопасности, остановлены. В работе находятся только системы поддержания жизнедеятельности и системы контроля, в том числе за ядерной и радиационной безопасностью. Обслуживание этих блоков проводится в круглосуточном режиме без снижений требований по обслуживанию и ремонту.

Вторая очередь БАЭС состоит из энергоблока № 3 с реактором на быстрых нейтронах БН – 600, охлаждаемым натрием. Блок № 3 введен в эксплуатацию в 1980 году и находится в режиме энергетической эксплуатации на номинальной мощности. Ближайший к АЭС г. Заречный, в котором проживает персонал станции, расположен к югу на 3-м км. Хозяйственные питьевые нужды промышленной площадки и города обеспечиваются из артезианских скважин. Хозяйственно-бытовые стоки промышленной площадки направляются на самостоятельные очистные сооружения и далее сбрасываются в Ольховское болото, которое является отчужденной территорией, входящее в санитарно-защитную зону. Сюда же удаляются очищенные дебалансные воды, воды спецпрачечной и душевых санпропускников. Ливневые воды удаляются с территории промышленной площадки через промливневый канал в водоем-охладитель. Выход в атмосферу технологических сдувов и воздуха из помещений станции производится централизованно через вентиляционные трубы энергоблоков, оборудованных непрерывным радиационным контролем по восьми независимым каналам.

Зона наблюдения БАЭС охватывает площадь радиусом 35 км. Вся зона разделена на восемь секторов (через 45°) и четыре пояса. Пояса имеют цифровые обозначения 1,2,3,4; секторы – буквенные А, Б, Г, Д, Е, Ж, З.

Общая концепция организации контроля за состоянием природной среды в районе расположения БАЭС исходит из принципа высокой надежности и устойчивости системы контроля, способной функционировать как при нормальной работе АЭС, так и в экстремальных ситуациях, связанных, например, с возможной аварией, включая разрушение АЭС.

В зоне влияния БАЭС проводятся систематические наблюдения:

- за суммарной бета-активностью атмосферных выпадений в 30 и 100-км зоне;
- за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы;