

**Выводы:**

- идея метода восстановления свойств аэрозоля, описанного в работе [3], была впервые применена к данным измерений малогабаритного спектрометра «ССП-600 Н» с FWHM = 4.5 нм;
- предлагаемый метод восстановления свойств аэрозоля отличается от предложенного в работе [3] тем, что в модели переноса излучения дополнительно используются данные об альбедо подстилающей поверхности;
- установка углов возвышения в ручном режиме приводит к увеличению времени регистрации серии спектров в сравнении с автоматической.

**Литература**

1. Разработка комплекса наземной спектральной аппаратуры для обеспечения полетных калибровок спутниковых съемочных систем / Б.И. Беляев [и др.] / 6 Белорусский космический конгресс: материалы конгресса. В 2 т. – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2014. – Т.1. – С. 234–237.

2. Platt U., Stutz J. Differential Optical Absorption Spectroscopy Principles and Applications / Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. – 597 p.

3. Frieß, U., P.S. Monks, J.J. Remedios, A. Rozanov, R. Sinreich, T. Wagner, and U. Platt (2006), MAX-DOAS O<sub>4</sub> measurements: A new technique to derive information on atmospheric aerosols: 2. Modeling studies, J. Geophys. Res., 111, D14203, doi:10.1029/2005JD006618.

4. Wang, Y., Lampel, J., Xie, P., Beirle, S., Li, A., Wu, D., and Wagner, T.: Ground-based MAX-DOAS observations of tropospheric aerosols, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> and HCHO in Wuxi, China, from 2011 to 2014, Atmos. Chem. Phys., 17, 2189-2215, 2017.

5. Бручковский И.И., Светашев А.Г., Демин В.С., Бородко С.К., Аникин П.П., Красовский А.Н. Предварительная обработка спектров для анализа по методу дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии // Журнал БГУ. Физика. – 2018. – № 2. – С. 86–96.

УДК 621.317.026.08(045)(476)

**ИЗМЕРЕНИЯ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В РЕЖИМЕ ОЖИДАНИЯ**

**Волков А.Н.<sup>1</sup>, Крышнёв М.М.<sup>1</sup>, Киселёв М.Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный институт метрологии, Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Энергопотребление в режиме ожидания составляет существенную статью коммунальных расходов. Электроприборы, выключенные с помощью пульта дистанционного управления или не выполняющие своих основных функций, а также электронные устройства, питающиеся от внешнего источника, потребляют энергию в режиме ожидания. Объем потребляемой энергии в режиме ожидания одного устройства незначителен, варьируется в основном до 2 Вт, но количество таких устройств растет с каждым днем.

К перечню оборудования, работающего в режиме ожидания, относятся стиральные машины, электрические плиты, микроволновые печи, видеокамеры, телевизоры, звуковые усилители, домашние кинотеатры и другие бытовые приборы.

Функции, выполняемые оборудованием, подразделяют на основные и второстепенные. Основные функции связаны с первичным назначением прибора. К второстепенным относятся:

- дистанционное управление мощностью до включения рабочей нагрузки;
- вторичное управление нагрузкой (автоматическое отключение, задержка начала или задержка отключения);
- наличие датчиков: движения, температуры, расхода воды и др.;
- отображение информации на дисплее;
- функции памяти и таймера;

– зарядка батарей (там, где это не является основной функцией);

– применение фильтров электромагнитной совместимости (ЭМС) и т. д.

Второстепенные функции рассматриваются как отдельная часть основной нагрузки (или основной функции). Второстепенные функции в некоторых конфигурациях должны обеспечивать небольшое потребление энергии. В некоторых второстепенных функциях может применяться отдельный выключатель для отключения от сети электропитания при некоторых режимах работы приборов.

Требования к измерениям потребляемой мощности в режимах с низким потреблением энергии устанавливаются в следующих стандартах:

- СТБ 2248-2012 Оборудование электрическое бытовое и офисное. Показатели и методы измерения энергопотребления в режимах ожидания и выключения;
- СТБ ИЕС 62301-2012 Электроприборы бытовые. Измерение потребляемой мощности в режиме ожидания;
- СТБ 2463-2013 Источники питания внешние. Энергетическая эффективность. Требования к потреблению электроэнергии в режиме холостого хода и среднему эффективному КПД.

Режимы с низким потреблением энергии можно разделить на следующие группы:

- режим выключения;
- режим ожидания;
- сетевой режим.

Режим выключения представляет собой режим работы прибора, потребляющего энергию, подключенного к сетевому источнику питания и не обеспечивающего выполнения какой-либо функции в режиме ожидания, сетевом режиме работы или активном режиме, при этом режим работы является продолжительным. Индикатор, который указывает только на то, что прибор выключен, относится к режиму выключения.

Режим ожидания представляет собой режим работы прибора, потребляющего энергию, подключенного к сетевому источнику питания и обеспечивающего выполнение одной либо нескольких функций:

- включение других режимов работы посредством дистанционного переключателя, встроенного датчика, таймера;
- отображение информации на дисплее, включая датчик времени;
- использование различных датчиков.

Сетевой режим – режим работы прибора, потребляющего энергию, подключенного к сетевому источнику питания, при котором активируется, как минимум, одна сетевая функция (повторное включение посредством сетевой команды, сообщение о целостности сети), но основная функция не является активной.

Потребляемую мощность в режиме ожидания определяют следующими методами:

– метод выборки: с использованием измерительного прибора для регистрации измерений потребляемой мощности через равные промежутки времени на протяжении всего периода измерения. Метод выборки является предпочтительным при измерении потребляемой мощности для всех режимов работы и типов приборов.

Данный метод используют в случае, когда мощность является нестабильной (циклической или неустойчивой) или режим работы имеет ограниченный временной интервал. Он также представляется самым быстрым методом испытания, если режим работы является стабильным.

– метод усредненных данных: если значение мощности является стабильным и режим работы тоже стабилен, посредством усреднения показаний прибора при измерении потребляемой мощности в течение установленного периода времени или посредством регистрации потребляемой энергии в течение установленного временного интервала и деления этого значения на значение временного интервала;

– метод непосредственного считывания показаний измерительного прибора: если значение мощности является стабильным и режим работы тоже стабилен, то посредством регистрации показания потребляемой мощности измерительным прибором.

Метод с использованием измерительного прибора прямого считывания можно использовать только тогда, когда режим работы не изменится и показание потребляемой мощности, отображаемое на дисплее измерительного прибора, является стабильным.

Энергопотребление оборудования не должно превышать значений, установленных соответствующими стандартами.

Энергия – это средняя мощность, умноженная на время. Электроэнергию обычно выражают в ватт-часах или киловатт-часах. Энергию также можно выражать в джоулях. Один ватт равен номинальному потреблению энергии в 1 Дж/с. 1 кВт·ч равен 3,6 МДж. Для преобразования мощности в энергию (для расчета годового потребления энергии) количество часов работы в каждом режиме работы должно допускаться для данного периода и должна быть известна средняя мощность для каждого режима работы. Так как большинство приборов может работать во многих режимах, а диаграммы и профили использования могут отличаться в значительной степени в различных странах, преобразование значений мощности в значения энергии может быть весьма затруднительно.

В отношении прибора, имеющего только один режим работы, можно преобразовывать мощность в значение годового потребления энергии путем допущения постоянной мощности в течение всего года. В году 8760 ч, поэтому прибор, который имеет, например, постоянную резервную мощность 2 Вт (допуская, что в других режимах работы он не используется) будет потреблять 17520 Вт·ч в год, или 17,5 кВт·ч в год.

Годовое потребление энергии можно определять для более сложных шаблонов использования оборудования путем суммы мощности на часы использования для каждого режима в течение одного года.

При рассмотрении общего потребления энергии для более сложного прибора необходимо знать как минимум время «включения» или время активного режима работы и потребление энергии в цикле. Для некоторых приборов допустимого количества использований (циклов) в год и режимов работы с низким потреблением энергии может быть достаточно. В более сложных приборах, в которых активный режим может значительно отличаться (например, нагреватели и кондиционеры воздуха), могут потребоваться более подробные данные. Некоторые приборы потребители могут отключать от источника питания, когда они не используются. Также может существовать несколько возможных режимов работы с низким потреблением энергии, которые могут зависеть от предпочтений потребителя или шаблонов использования.

Внедрение и разработка стандартов по энергоэффективности способствуют выпуску на рынок

продукции с низким энергопотреблением, при этом требования, предъявляемые к потребляемой энергии не должны оказывать влияния на функциональность оборудования. Требования к энергопотреблению оборудования постоянно

ужесточаются, что создает необходимость своевременного пересмотра соответствующих стандартов и установления новых норм энергопотребления оборудования с целью обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции.

УДК 621

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИММИТАНСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕИОНИЗОВАННОЙ ВОДЫ Волчѣк С.А.<sup>1</sup>, Завацкий С.А.<sup>1</sup>, Петрович В.А.<sup>1</sup>, Серенков В.Ю.<sup>1</sup>, Петлицкий А.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>"Белмикрoанализ" филиала НТЦ "Белмикросистемы" ОАО "ИНТЕГРАЛ"-управляющая компания холдинга "ИНТЕГРАЛ", Минск, Республика Беларусь

При производстве полупроводниковых приборов и ИМС широко используются различные технологические операции, связанные с использованием чистой воды (деионизованной), а также растворов на ее основе. В связи с этим, а также в связи с разработкой новых технологических операций в области микро- и нанoeлектроники, становится весьма актуальной задача – получение сверхчистых материалов, а также контроля свойств сверхчистых жидкостей и жидкостей, использованных в технологических операциях.

В настоящей работе приводятся результаты наблюдения одного из важнейших параметров воды – тангенса угла потерь ( $\text{tg}\delta$ ). В самом общем случае применительно к любой изучаемой среде, тангенс угла потерь с точки зрения физики протекающих в объектах явлений, представляет собой соотношение двух энергий (или мощностей): в числителе должна стоять активная энергия, а в знаменателе – реактивная. Добротность этого же объекта – величина, обратная  $\text{tg}\delta$ . Характерно также, что  $\text{tg}\delta$  (добротность) описывает адекватно любой объект: проводник, полупроводник, диэлектрик, магнитный материал, колебательный контур, оптический резонатор и т. п. В более узком смысле тангенс угла потерь для диэлектрика как частный случай – это соотношение мнимой и действительной частей комплексной диэлектрической проницаемости; для магнитного материала – соотношение мнимой и действительной частей комплексной магнитной проницаемости и т. д.

Вода, даже сверхчистая (например фармацевическая) по известным физическим причинам диссоциирует с константой диссоциации при нормальных условиях  $10^{-7}$ . При этом сформированные ионы водорода ( $\text{H}^+$ ) и ионы гидроксида ( $\text{OH}^-$ ) на фоне недиссоциировавших молекул воды обуславливают конечную величину электропроводности воды. Изучать электрическими методами степень чистоты воды, в которой дополнительно может содержаться  $10^{-7}$  и менее посторонних примесных ионов (например меди, железа и т. д.) становится весьма проблематич-

ной, практически неразрешимой задачей. И на аноде, и на катоде под действием постоянного напряжения будут реализовываться анодные и катодные процессы, неизбежно приводящие к загрязнению контролируемой воды.

Рекомендуемые ГОСТами и стандартами электродные системы для контроля свойств чистых жидкостей [1, 2] по нашему мнению требуют коррекции.

На рисунке 1, а и б представлены зависимости тангенса угла потерь от частоты измерительного сигнала (амплитуда сигнала составляла 0,7 В, использовался прибор Е7-25 производства МНИПИ РБ). Данные получены при нормальных условиях для деионизованной воды производства ОАО «Интеграл». Один график получен для платинового датчика (платина имела непосредственный контакт с водой), а другой для платины, изолированной от воды тефлоновым диэлектриком. В качестве диэлектрика может быть использован любой другой диэлектрический материал с тангенсом угла потерь 0,001 и менее. Это обусловлено тем, что  $\text{tg}\delta$  для деионизованной воды находится в пределах 0,1–3 единиц (в зависимости от частоты измерительного сигнала).

На частотной зависимости  $\text{tg}\delta$  ярко выражены максимумы, характерные для релаксационных механизмов поляризации: для изолированного от раствора датчика максимум  $\text{tg}\delta$  соответствует частоте измерительного сигнала  $10^5$  Гц, а для датчика, контактирующего с водой, соответствующая частота находится в пределах 5–7 кГц. В соответствии с теорией [3], этим максимумам соответствует энергия связи поляризующихся частиц 0,46 и 0,54 эВ соответственно. Расчет энергии активации (свободной энергии активации дипольного механизма поляризации)  $\Delta E$  осуществлялся по формуле:  $f = \frac{kT}{h} e^{-\frac{\Delta E}{kT}}$ , где  $k$  – постоянная Больцмана,  $T$  – температура проведения эксперимента (300 К),  $h$  – постоянная Планка. При этом частоты, соответствующие максимумам  $\text{tg}\delta$ , отличаются примерно в 20 раз! Поэтому, с точки зрения структуры и свойств воды данные по рисунку 1, а не могут нести до-