

РАЗДЕЛ III. ПРИМЕНЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Измерения температуры показали ее резкое снижение по горизонтам, начиная с глубины 3 метра. Это может быть связано с питанием озера грунтовыми водами, температура которых ниже поверхностных вод. Неравномерное распределение температуры воды в озере обусловлено внутриводоемной динамикой за счет перемешивания водных масс.

Работа выполнена при поддержке Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН 131 «Математическое и геоинформационное моделирование в задачах мониторинга окружающей среды и поддержки принятия решений на основе данных стационарного, мобильного и дистанционного наблюдения» и Программы Президиума РАН 4.2 «Комплексный мониторинг современных климатических и экосистемных изменений в Сибири».

Авторы выражают благодарность д.ф.-м.н. И.А. Суторихину за помощь в работе, м.н.с. А.В. Дьяченко за предоставленные данные температуры воды и студентке АлтГУ С.М. Семакиной за проведение измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шифрин, К.С. Введение в оптику океана [Текст] / К.С. Шифрин. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 278 с.
2. Оптика океана. Т. 1. Физическая оптика океана. [Текст] / Под ред. А.С. Мониной. — М.: Наука, 1983. - 236 с.
3. Маньковский, В.И. Основы оптики океана [Текст]: Методическое пособие / В.И. Маньковский. - Севастополь: Изд-во МГИНАУ, 1996. - 119 с.
4. Лузгин, Б.Н. Происхождение Красиловского озера [Текст] / Б.Н. Лузгин. - Известия АлтГУ - №4, 1998. - С. 113-116.
5. Тимченко, В.М. Экологическая гидрология водоемов Украины [Текст] / В.М. Тимченко. - Киев: Наукова думка, 2006. - 384 с.
6. Биологический энциклопедический словарь [Текст] / Гл. ред. М. С. Гиляров; Редкол.: А. А. Бабаев, Г. Г. Винберг, Г. А. Заварзин и др. — 2-е изд., исправл. - М.: Сов. Энциклопедия, 1986. - 831 с.

Аспирант **О.Б. Акулова**; д.ф.-м.н., проф., г.н.с. **В.И. Букатый**; аспирант **У.И. Залаева** – Институт водных и экологических проблем СО РАН, iwep@iwep.ru, (385-2) 66-65-02.

УДК 004.352.242 (079.2)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ В ГАЗОДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЕ «УГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ–ВОЗДУХ»

О.Ю. Янкина, А.Н.Павлов, Е.В. Сыпин

В статье приводится экспериментальное исследование обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной среде в зависимости от различных параметров дисперсной фазы. Рассмотрена структурная схема и оптическая система лабораторной установки.

Ключевые слова: оптико-электронный прибор, очаг возгорания, обратное рассеяние, воспроизводимость результатов, газодисперсная система

Введение

На данный момент существует огромное количество различных приборов для обнаружения очага возгорания. Наиболее распространенные это активные системы предотвращения взрывов, которые в своем составе используют ряд всевозможных датчиков: оптические, акустические, дымовые, термодатчики, и др., которые имеют свои достоинства и недостатки. Но наиболее перспективными с точки зрения обеспечения быстрого действия автоматических систем предотвращения взрывов являются оптические датчики, реагирующие на световое излучение пламени, называемые пирометрами.

В Бийском Технологическом институте ведутся разработки оптических датчиков обнаружения очага возгорания в газодисперсных системах. Разработаны пирометры спектрального отношения, которые в настоящее время используются в угольных шахтах для предотвращения взрыва пылеметановоздушной смеси. Выявлено, что на пирометры спектрального отношения не действует запыленность среды, но за счет высокой концентрации пыли уменьшается чувствительность каждого канала прибора. К существующему недостатку прибавляется еще один – высокая стоимость данного прибора. Более того, не существует активных приборов обнаружения очага возгорания, которые могли бы автома-

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2, 2014

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАТНОГО РАССЕЙЯНИЯ В ГАЗОДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЕ «УГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ–ВОЗДУХ»

тически изменять свои настройки в зависимости от степени запыленности окружающей среды. В связи с этим были проведены исследования по разработке метода построения активного пирометрического прибора. Метод основан на регистрации обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной системе [1]. Для проверки разработанного метода необходимо провести экспериментальное исследование по определению обратного рассеяния в газодисперсной среде.

В связи с вышеизложенным была сформулирована цель – провести лабораторное исследование по определению обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной среде и проверить результаты экспериментов на воспроизводимость.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать лабораторную установку по определению обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной системе;

- провести экспериментальное исследование по определению интенсивности обратного рассеяния оптического излучения в зависимости от различных параметров дисперсной фазы;

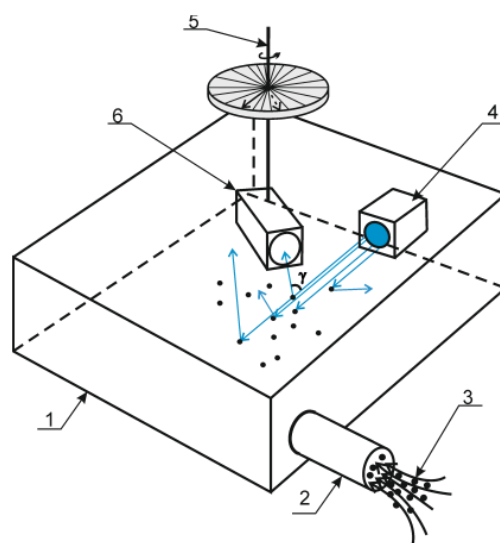
- проверить результаты экспериментов на воспроизводимость.

Описание установки

Для исследования обратного рассеяния оптического излучения в дисперсной системе была разработана установка, конструкция которой показана на рисунке 1.

Исследования обратного рассеяния выполняется следующим образом: в камеру 1 через патрубок 2 вдувается угольная пыль 3 для формирования дисперсной системы. Передающая часть 4 оптической системы формирует параллельный пучок оптического излучения в заданном диапазоне длин волн, который рассеивается в дисперсной системе под разными углами. Приемная часть 6 оптической системы регистрирует величину обратного рассеяния под углом, устанавливаемым с помощью штока 5. Для измерения угла на штоке имеется отсчетное устройство, отградуированное в градусах.

Разработанная структурная схема оптической системы, используемой в установке, показана на рисунке 2. Оптическая система состоит из передающей и приемной частей. Передающая часть состоит из источника света 1, диафрагмы 2, светофильтра 3 и собирающей линзы 4.



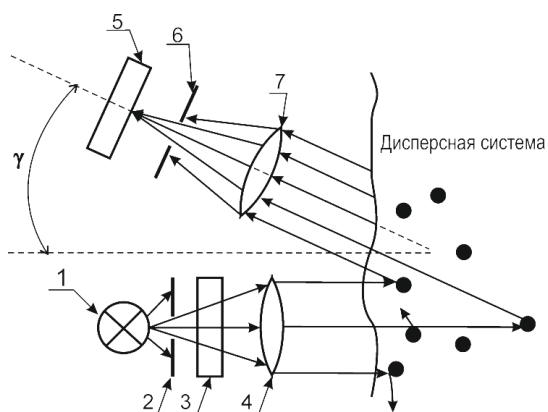
1 – камера образования дисперсной системы, 2 – патрубок для ввода дисперсной фазы, 3 – угольная пыль, 4 – передающая оптическая система, 5 – шток с отсчетным устройством, 6 – принимающая оптическая система объектив;

Рисунок 1 – Установка для определения обратного рассеяния оптического излучения

В качестве источника света используется миниатюрная лампа накаливания, работающая от высокостабильного источника постоянного тока. Диафрагма 2, ограничивающая пучок лучей, выходящий из лампы 1, обеспечивает получение источника излучения, близкого к точечному. Диафрагма имеет диаметр в 1 мм, в сопоставлении размеров диафрагмы и с фокусом линзы (1:100), источник света считается точечным, так как его размерами по сравнению с расстоянием, на котором оценивается его действие можно пренебречь [2]. Оптический фильтр 3 предназначен для выделения из всего спектра излучения источника определенной его части для исследования обратного рассеяния на различных длинах волн. Собирающая линза 4 обеспечивает получение пучка лучей, параллельного оптической оси передающей части оптической системы.

Приемная часть оптической системы расположена так, что ее оптическая ось с оптической осью передающей части образует угол γ , соответствующий углу обратного рассеяния. Собирающая линза 7 фокусирует излучение на приемнике излучения 5. При этом сфокусированный световой пучок проходит через полевую диафрагму 6, отверстие которой подобрано таким образом, чтобы угловое поле приемной части оптической системы было близко к нулю, обеспечивая регистрацию излучения, распространяющегося только под углом γ .

РАЗДЕЛ III. ПРИМЕНЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ



1 – источник света, 2, 6 – диафрагмы, 3 – светофильтр, 4, 7 – линзы, 5 – фотоприемник

Рисунок 2 – Структурная схема оптической системы

Угол обратного рассеяния зависит от концентрации и размеров дисперсной фазы (для заданных параметров излучения).

Выбор концентрации угольной пыли определяется исходя из данных ВостНИИ [3]. В призабойном пространстве при работе проходческого комбайна концентрация пыли не превышает 20...25 г/м³, а очистного – 50...70 г/м³. Для наиболее взрывоопасной угольной пыли нижний предел взрываемости равен 10 г/м³ [4]. Поэтому для исследования выбраны крайние значения концентраций 10 г/м³ и 70 г/м³ и два промежуточных значения 30 г/м³ и 50 г/м³.

В соответствии с методикой проведения исследований [5] были проведены измерения выходного напряжения приемной оптической системы для дисперсных систем с различными параметрами дисперсной фазы при изменении угла обратного рассеяния от 0 до 90 градусов.

На рисунке 3 а показано семейство графиков зависимости напряжения на выходе схемы от угла обратного рассеяния для фракции угольной пыли 20 мкм при различных концентрациях.

Из графиков на рисунке 3, а видно, что оптимальный угол обратного рассеяния равен 40°. На рисунке 3 а и б показаны зависимости напряжения на выходе схемы от угла обратного рассеяния для фракций 35 и 50 мкм соответственно. Из графиков видно, что оптимальный угол обратного рассеяния для фракций 35 и 50 мкм также составляет 40°.

Для каждой исследованной дисперсной системы были определены оптимальный угол обратного рассеяния и соответствующий ему выходной сигнал напряжения. В соответствии

с полученными данными построены зависимости напряжения на выходе схемы от концентрации для различных фракций при оптимальном угле обратного рассеяния (рисунок 4).

Из полученных данных можно сделать вывод о том, что с увеличением размера частиц интенсивность обратного рассеяния увеличивается в области рационального угла, но при малой концентрации и фракции частиц размером 50 мкм интенсивность обратного рассеяния слабая, что является следствием быстрого осаждения крупных частиц.

После проведения экспериментального исследования необходимо провести проверку результатов экспериментов на воспроизводимость. Проверка воспроизводимости должна проводиться при определенных размерах концентрации частиц дисперсной фазы и при заданном угле обратного рассеяния поэтому выберем такие значения, при которых интенсивность обратного рассеяния оптического излучения максимальна. По данным в статье [6] можно сделать вывод о том, что наибольшая интенсивность обратного рассеяния оптического излучения происходит при оптимальном угле 40° и наибольших размерах (50 мкм) и концентрации (70 г/м³) частиц дисперсной фазы.

Воспроизводимость результатов эксперимента проводилась по ГОСТ Р 51814.5-2005 [7]:

1. рассчитаны дисперсия средств измерительной техники $S_e^2 = 0,00529$ и дисперсия операторов $S_{op}^2 = 0,00103$ [7];

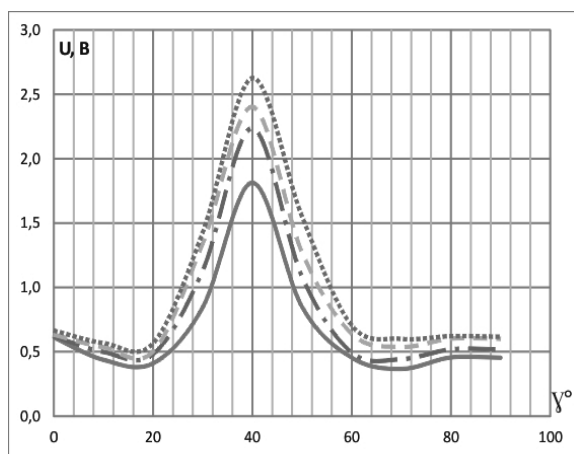
2. рассчитано отношение

$$F = \frac{S_{op}^2}{S_e^2} = 1,946493;$$

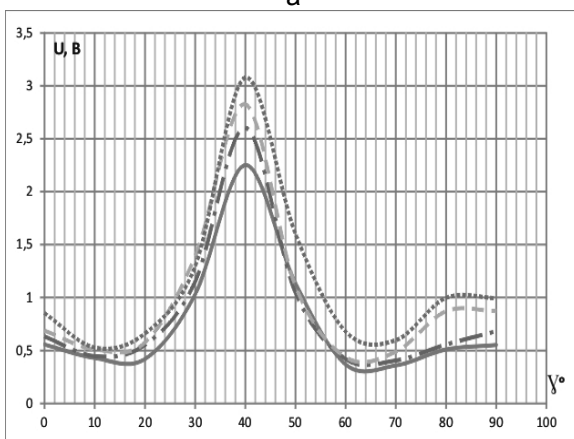
3. определено критическое значение распределения Фишера-Снедекора, где k_1 – число степеней свободы большей дисперсии, k_2 – число степеней свободы меньшей дисперсии (из S_{op}^2 и S_e^2);

Определено, что $F < F_\alpha(k_1, k_2)$ влияние изменчивости взаимодействия между оператором и серией эксперимента признается незначимыми, то результаты экспериментов по определению обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной системе являются воспроизводимыми.

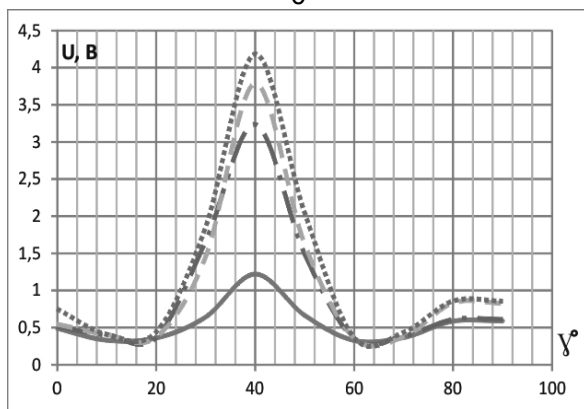
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ В ГАЗОДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЕ
«УГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ–ВОЗДУХ»



а



б



в

— концентрация 10 г/м³
 —•— концентрация 30 г/м³
 — — — концентрация 50 г/м³
 концентрация 70 г/м³

а – 20 мкм, б – 35 мкм, в – 50 мкм

Рисунок 3 – Графики зависимости напряжения на выходе схемы от угла обратного рассеяния для различных фракции угольной пыли

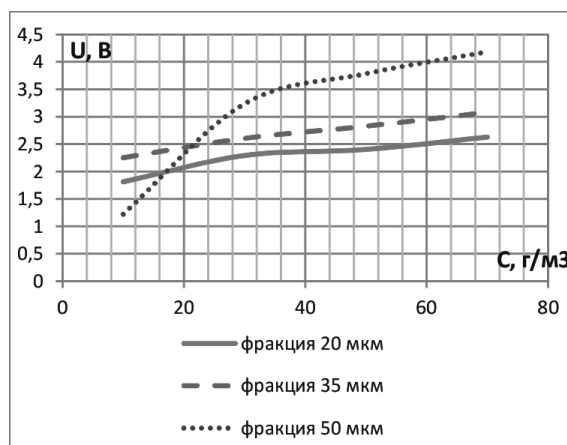


Рисунок 3 – Зависимость напряжения на выходе схемы от концентрации угольной пыли при $\gamma_{\text{отм}} = 40^\circ$ для фракций 20, 35, 50 мкм

В результате выполнения работ было проведено лабораторное исследование по определению интенсивности обратного рассеяния оптического излучения и проверены результаты эксперимента на воспроизводимость.

Решены следующие задачи:

- разработана лабораторная установка по определению обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной системе;
- проведено экспериментальное исследование по определению интенсивности обратного рассеяния оптического излучения в зависимости от различных параметров дисперсной фазы;
- проведена проверка результатов экспериментов на воспроизводимость.

В ходе проведения экспериментального исследования был установлен рациональный угол обратного рассеяния, который составляет 40° не зависимо от концентрации и размера частиц дисперсной фазы, а так же выявлено что с ростом концентрации частиц угольной пыли возрастает интенсивность обратного рассеяния оптического излучения, но для фракции угольной пыли 50 мкм при малой концентрации интенсивность обратного рассеяния слабая, т. к. частицы такого размера быстро осаждаются.

Проверка воспроизводимости результатов экспериментов показала что $F < F_\alpha(k_1, k_2)$, поэтому влияние изменчивости взаимодействия между оператором и серией эксперимента признается незначимыми и результаты экспериментов по определению обратного рассеяния оптического излучения в газодисперсной системе являются воспроизводимыми.

РАЗДЕЛ III. ПРИМЕНЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yakusheva, O. Y. The method to study the designing of an active pyrometric device to detect the source of fire in the gas-dispersed medium at an early stage [Text] / O. Y. Yakusheva, A.N. Pavlov, E. V. Berestova, E.V. Sypin // 11th Annual International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices. – Russian Foundation for Basic Research (RFBR), Altai, 2010. – P. 443-445.
2. Ландсберг, Г. С. Элементарный учебник физики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.С. Ландсберг; ФИЗМАЛИТ. – Москва, 2001. – Режим доступа: <http://www.physel.ru/a-mainmenu-55-ainmenu-57/579-s-69-.html>
3. Борьба с угольной и породной пылью в шахтах / Петунин П.М. [и др.] – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1981. – 271 с.
4. Шевцов, Н.Р. Взрывозащита горных выработок при их строительстве [Текст] / Н.Р. Шевцов. – СПб.: Донецк, 1998. – 329 с.
5. Yakusheva, O. Y. Experimental research backscattering in the disperse system [Text] / O. Y. Yakusheva, A.N. Pavlov, E. V. Berestova, E.V. Sypin // 14th Annual International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices. – Russian Foundation for Basic Research (RFBR), Altai, 2013. – P. 246–248.
6. Якушева, О.Ю. Экспериментальное исследование обратного рассеяния в дисперсной системе угольная пыль-воздух [Электронный ресурс] / О.Ю. Якушева, А.Н. Павлов, Е.В. Сыпин // Южно-Сибирский научный вестник. – 2013. – №2 (4). – С. 68–70. – Режим доступа: http://s-sibsb.ru/images/articles/2013/2/16_68-70.pdf.
7. ГОСТ Р 51814.5 – 2005. Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов. – М. Изд-во стандартов, 2005. – 50 с.

Инженер Янкина О.Ю., oksana-yakusheva@mail.ru, канд. техн. наук, доцент кафедры Павлов А.Н., rap@bti.secna.ru, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры Сыпин Е.В. sev@bti.secna.ru. Бийский технологический институт АлтГТУ (БТИ АлтГТУ) кафедра методов средств измерений и автоматизации, тел. (3854) 432450.

УДК 681.518.52/635.91

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ, ОСВЕЩЕННОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ

Т.В. Котлубовская, В.В. Надвоцкая, О.Е. Романова

В работе представлена система контроля, позволяющая на техническом уровне контролировать процессы жизнедеятельности растений, своевременно обнаруживать отклонения параметров и оповещать об этом пользователя.

Ключевые слова: влажность, температура, освещенность, датчик, микроконтроллер, система контроля

Введение

Выращивание декоративных растений в закрытых помещениях, таких как небольшие теплицы, оранжереи или же цветочные горшки является достаточно сложной и в недостаточной мере решенной задачей.

Возникает необходимость создания и контроля климатических условий, то есть основных значимых параметров окружающей среды, таких как влажность, температура и освещенность для создания подходящего растению микроклимата и оптимальных условий для его нормального развития [1,2].

Более того, в связи с интенсивным развитием техники и повсеместным внедрением новых технологий, в том числе, сети интернет, автоматизация контроля параметров жизнедеятельности декоративных растений, видится очень актуальной.

Основопологающим фактором для разработки системы стало отсутствие на российском рынке ее аналога, поскольку существуют приборы для решения более узких задач (например, датчик измерения влажности почвы для растений), но ни один из них не удовлетворяет общему назначению системы.

Выбор элементов аппаратной части

Системы, ориентированные на высокую точность измерений, используются в первую очередь учреждениями, занимающимися научными исследованиями (лаборатории, научно-исследовательские институты). В результате дороговизны компонентов и, соответственно, всей системы они не находят широкого применения. Тем более, что для содержания растений в обычных условиях высокая точность производимых системой измерений не актуальна.

Поэтому основным направлением выбора элементов аппаратной части являлась цена.

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2, 2014