

Этот факт вполне согласуется с предложенным нами механизмом: при вторичной термообработке происходит «сброс» электрона от сурьмяного комплекса, захват его ионом серебра с образованием нейтрального атома и присоединение атомов к оставшимся фрагментам (мелким наночастицам, необладающим плазмонным резонансом), что приводит вновь к росту наночастиц. Однако из-за «потерь» электронов количество НЧС несколько меньше, чем в первоначальном облученном состоянии. Схематично процесс образования НЧС при повторной ТО можно выразить следующим образом:

1. «сброс» электрона с сурьмы ($[Sb^{5+}]^- + kT \rightarrow e^- + Sb^{5+}$);
2. захват освободившихся термоэлектронов ($e^- + Ag^+ \rightarrow Ag^0$) и 3) рост НЧС ($Ag^0 + kAg^0 = Ag^n + k^0$).

[R]. Ignatiev D.A., Ignatiev A.I., Nikonorov N.V. Fotodestruktsiya nanochastits serebra v foto-termo-refraktivnykh steklakh [Photo destruction of silver nanoparticles in photo-thermo-refractive glass]. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2013, no. 3 (85), pp. 158–159.

- Игнатъев Дмитрий Александрович** – инженер, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия, ignatiev_d_a@mail.ru
- Игнатъев Александр Иванович** – зав. лабораторией, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия, ignatiev@oi.ifmo.ru
- Никоноров Николай Валентинович** – доктор физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия, Nikonorov@oi.ifmo.ru
- Стародубов Дмитрий Сергеевич** – кандидат физ.-мат. наук, научный сотрудник, Университет Южной Калифорнии, Лос-Анджелес, США, dstarodubov@gmail.ru
- Dmitry Ignatiev** – engineer, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint Petersburg, Russia, ignatiev_d_a@mail.ru
- Alexander Ignatiev** – Head of laboratory, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint Petersburg, Russia, ignatiev@oi.ifmo.ru
- Nicolai Nikonorov** – D.Sc., Professor, Department head, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint Petersburg, Russia, Nikonorov@oi.ifmo.ru
- Dmitry Starodubov** – PhD, research scientist, University of Southern California, CA, USA, dstarodubov@gmail.ru

УДК 535.3+519.642.7

УРАВНЕНИЯ ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ В ИНФРАКРАСНОЙ ТОМОГРАФИИ В СЛУЧАЕ АКТИВНО-ПАССИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ И ВЕЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ¹

А.А. Макарова^а

^а Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия, alena.etalon@gmail.com

Сформулирована схема веерного сканирования горячего газа в задаче инфракрасной томографии. Используются два режима диагностики: активный (ON) – с включенным источником, пассивный (OFF) – без источника. Выведены два интегральных уравнения относительно коэффициента абсорбции k и функции Планка B среды (по которой можно рассчитать температурный профиль среды T).

Ключевые слова: ИК томография, интегральные уравнения переноса излучения, активный и пассивный режимы диагностики, веерное сканирование, коэффициент абсорбции, температурный профиль.

EQUATIONS OF RADIATION TRANSFER IN INFRARED TOMOGRAPHY IN THE CASE OF ACTIVE-PASSIVE DIAGNOSIS AND SWEEPING SCANNING²

A. Makarova^б

^б Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint Petersburg, Russia, alena.etalon@gmail.com

Sweeping scanning scheme of a hot gas in the task of infrared tomography is formulated. Two diagnosis regimes are used: the active one (ON) – with included source and the passive one (OFF) – without it. Two integral equations are deduced concerning the absorption coefficient k and the Planck function B of a medium (by which it is possible to calculate the temperature profile of a medium T).

Keywords: IR tomography, integral equations of radiation transfer, active and passive diagnosis regimes, sweeping scanning, absorption coefficient, temperature profile.

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 13-08-00442).

² The work was done with support from the Russian Foundation for Basic Research (grant № 13-08-00442)

В дополнение к обзорной статье [JI] рассмотрим случай веерного сканирования некоторого z -сечения среды в задаче инфракрасной (ИК) томографии. На рисунке представлено два варианта такого сканирования. На рисунке, а, несколько сканеров посылают в направлении одного детектора лучи с интенсивностью I_0 , и детектор измеряет интенсивности $I_R(\theta)$ с включенным источником (активный режим (ON)), а также интенсивности $I_g(\theta)$ без источника (пассивный режим (OFF)). На рисунке, б, один сканер посылает в направлении нескольких детекторов лучи с интенсивностью I_0 , и детекторы фиксируют интенсивности $I_R(\theta)$, а также $I_g(\theta)$ без источника, где θ – угол сканирования.

Математическое описание обоих вариантов одинаковое. Рассмотрим для определенности схему, представленную на рисунке, б. В режиме ON интенсивность на детекторе в функции θ запишется как

$$I_R(\theta) = B(T_0) \exp\left(-\int_0^{\xi_m} k(\theta, \xi) d\xi\right) + \exp\left(-\int_0^{\xi_m} k(\theta, \xi) d\xi\right) \cdot \left\{ \int_0^{\xi_m} k(\theta, \xi) B(T_g(\theta, \xi)) \exp\left(\int_0^{\xi} k(\theta, \xi') d\xi'\right) d\xi \right\}, \quad (1)$$

а в режиме OFF

$$I_g(\theta) = \int_0^{\xi_m} k(\theta, \xi) B(T_g(\theta, \xi)) \exp\left(-\int_{\xi}^{\xi_m} k(\theta, \xi') d\xi'\right) d\xi, \quad (2)$$

где ξ – координата вдоль луча, $\xi_m = \xi_{\max}(\theta)$, $B(T_0)$ – функция Планка источника. Разность функций $I_R(\theta)$ и $I_g(\theta)$ равна

$$I_T(\theta) = I_R(\theta) - I_g(\theta) = B(T_0) \exp\left(-\int_0^{\xi_m} k(\theta, \xi) d\xi\right). \quad (3)$$

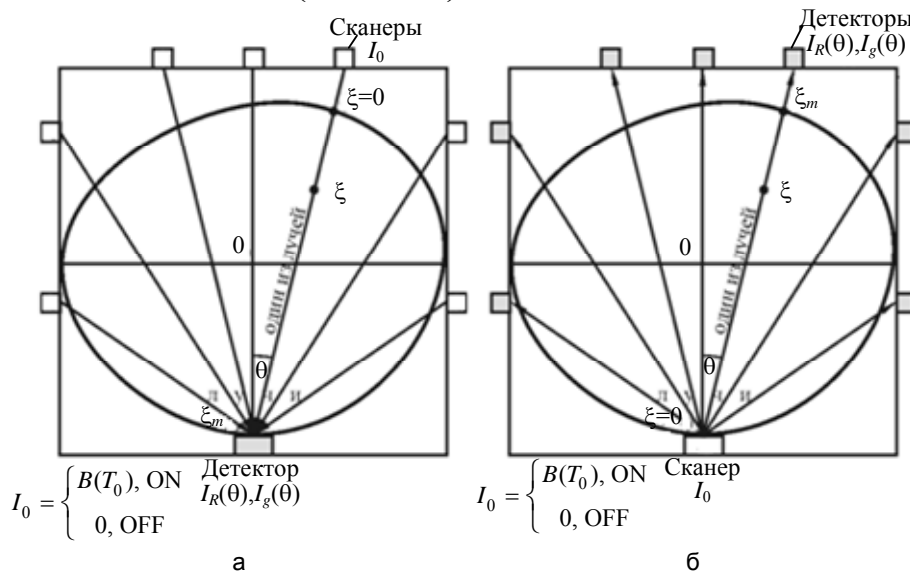


Рисунок. Два варианта веерного сканирования при некотором одном ракурсе φ : несколько сканеров генерируют излучение в направлении одного детектора (а); один сканер генерирует излучение в направлении нескольких детекторов (б)

Интегральные уравнения (1)–(3) позволяют определить коэффициент абсорбции $k(\theta, \xi)$ и функцию Планка среды $B(T_g(\theta, \xi))$, а также температурный профиль $T_g(\theta, \xi)$ при условии, что экспериментальные функции I_R , I_g и I_T получены для ряда ракурсов φ , т.е. получены $I_R(\theta, \varphi)$, $I_g(\theta, \varphi)$ и $I_T(\theta, \varphi)$.

[R]. Sizikov V.S. Infrakrasnaya tomografiya goryachego gaza: matematicheskaya model' aktivno-passivnoi diagnostiki [Infrared tomography of hot gas: mathematical model of active-passive diagnosis]. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2013, no. 6 (88), pp. 3–17.

Макарова Елена Алексеевна – студент, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия, alena.etalon@gmail.com

Alena Makarova – student, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint Petersburg, Russia, alena.etalon@gmail.com