

Временная динамика спектра излучения ртутно-гелиевой лампы ДРГС-12

Е. В. АВРАМЕНКО, А. В. ХАБАРОВА, А. С. ШЕРСТОБИТОВА, А. Д. ЯСЬКОВ

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, С.-Петербург, Россия, e-mail: ashev87@mail.ru

В области длин волн 380—760 нм проведены измерения спектров излучения ртутно-гелиевой лампы ДРГС-12, используемой для калибровки шкал длин волн спектральных приборов. Исследована временная зависимость интенсивностей линий излучения этой лампы.

Ключевые слова: спектр излучения, спектральные линии, ртутно-гелиевая лампа.

The measurements of radiation spectra in the waves range 380—760 nm of Hg-He lamp used for calibration of spectral instruments wavelength scale have been carried out. The time dependence of this lamp radiation lines intensity has been studied.

Key words: radiation spectrum, spectral lines, Hg-He lamp.

Лампа ДРГС-12 с ртутно-гелиевым наполнением имеет линейчатый спектр излучения в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях спектра и принята в качестве стандартного излучателя, используемого, в основном, для калибровки спектральных приборов. Исследуем временную зависимость интенсивности линий излучения гелия и ртути в спектре ДРГС-12 после ее включения. Погрешности идентификации и определения спектрального положения линий излучения ДРГС-12 влияют на калибровку шкалы длин волн спектральных приборов, в частности, вблизи $\lambda = 440$; 580 нм. Данные о временной зависимости интенсивности линий излучения представляют интерес и для других типов спектральных ламп с ртутным, ртутно-аргоновым, ртутно-криптоновым и другим наполнением [1—6].

Экспериментальные измерения спектров излучения лампы ДРГС-12. Измерения спектров излучения ДРГС-12 проводили в области длин волн 380—760 нм на спектрометре, аналогичном рассмотренному в [7]. В его состав входил полихроматор с классической вогнутой дифракционной решеткой радиусом $R = 62,5$ мм и постоянной $N = 600$ штр./мм, ПЗС-линейка SONY ILX 511. Системы сбора и обработки данных обеспечивали одномоментную ($\Delta t = 20$ мкс) регистрацию спектров излучения и их вывод в виде графиков и числовых массивов. Спектральное разрешение прибора составляло не ниже 2 нм.

Вид измеренных спектров излучения после включения лампы в интервале времени 30—1800 с представлен на рис. 1. Спектр лампы непосредственно после ее запуска в интервале времени до 60 с формируется, в основном, линиями излучения гелия. Линии излучения ртути имеют сопоставимую интенсивность только в коротковолновой области исследованного спектра на $\lambda = 404,7$; 435,8; 546,1 нм.

Во время дальнейшей работы (розжига) лампы ($t > 360$ с) происходит монотонное снижение интенсивности линий излучения гелия так, что на границе исследованного временного интервала ($t = 1800$ с) в видимом спектре наблюдаются толь-

ко следы его характерных линий. Одновременно в том же интервале времени возрастает интенсивность линий излучения ртути, что связано с ее испарением при разогреве лампы.

Обсуждение результатов. Как показывает анализ спектральных данных, быстрое изменение относительной интенсивности наблюдаемых линий излучения происходит на отрезке времени 0—800 с. При этом относительная интенсивность наиболее яркой линии излучения гелия на $\lambda = 597,6$ нм снижается более, чем в 50 раз. В то же время относительная интенсивность линии излучения ртути на $\lambda = 546,1$ нм возрастает примерно в 2,5 раза.

При $t > 1800$ с относительная интенсивность линий излучения гелия и ртути, наблюдаемых в видимом диапазоне

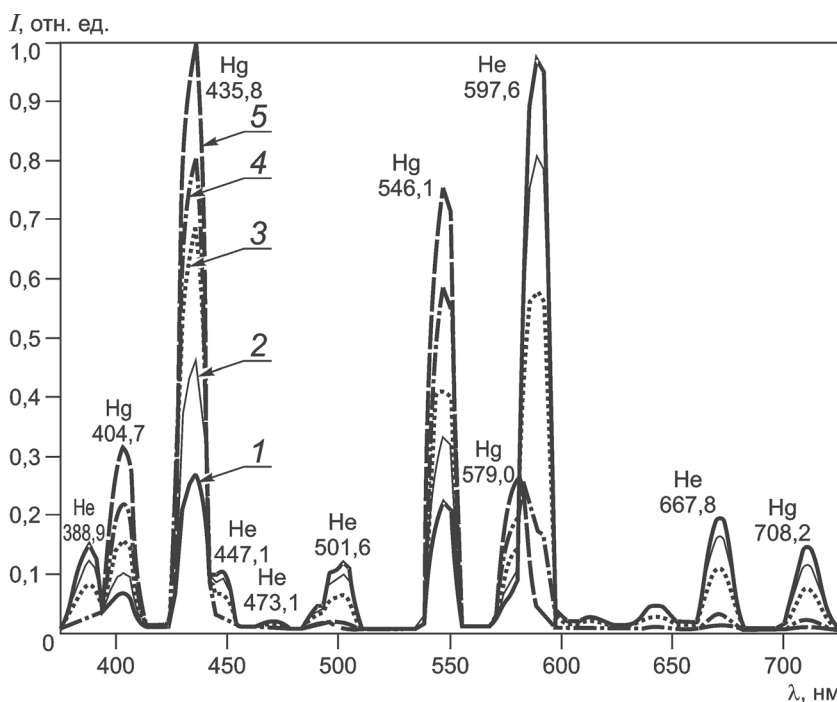


Рис. 1. Временная динамика спектра излучения лампы ДРГС-12:

1—5 — соответственно $t > 30$; 60; 180; 540; 1800 с

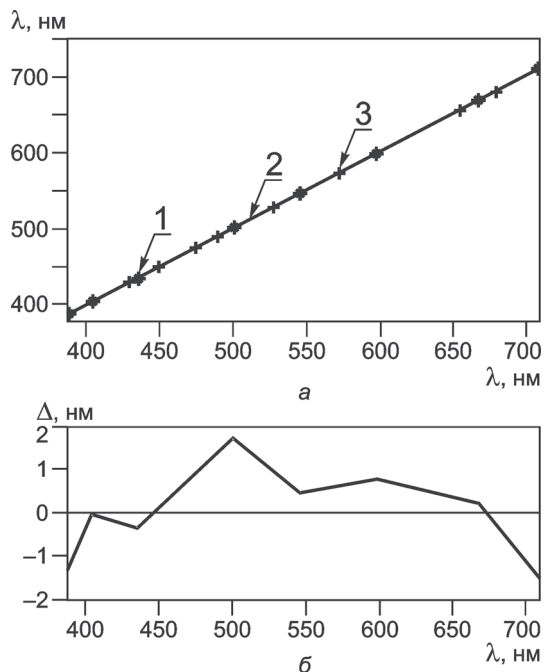


Рис. 2. Калибровочная зависимость шкалы длин волн λ спектрофотометра (а) и погрешность калибровки Δ (б):

1, 3 — лампа ДРГС-12 и светофильтр ПС7, соответственно; 2 — линейная интерполяция

спектра, остается практически без изменений. В это время излучение лампы имеет стабильный характер, а спектр излучения определяется, в основном, ртутным наполнением рабочей колбы лампы.

Характерные погрешности калибровки спектральных приборов (датчиков) могут быть связаны с перераспределением интенсивности излучения между близкими по положению линиями гелия и ртути. Примером может быть спектр излучения на $\lambda = 560\text{--}600$ нм (см. рис. 1), изначально он представлен, в основном, линией гелия на $\lambda = 597,6$ нм, которую при длительной работе лампы замещает «желтый дублет» ртути на $\lambda = 579; 591$ нм. Именно такого рода неоднозначность часто приводит к погрешности калибровки шкалы длин волн. Калибровочная зависимость шкалы длин волн использованного спектрофотометра приведена на рис. 2. По оси абсцисс приведены нормативные значения длин волн λ для лампы ДРГС-12 в соответствии с паспортом изготовителя, по оси ординат — спектральные положения характеристических линий излучения, измеренные с помощью прибора, описанного в [7], сплошной линией 2 показан результат линейной интерполяции калибровочной зависимости.

Сопоставим данные калибровки шкалы длин волн по линиям излучения лампы ДРГС-12 с результатами независимых измерений, например, полученными из спектров пропускания цветных стекол ПС7 или ЗС8 [8]. Для стекла ПС7 спектральное положение характерных особенностей пропускания (максимумов и минимумов) приведено также на рис. 2, погрешность калибровки Δ составляет не более 2 нм, как и для лампы ДРГС-12.

Закключение. В проведенных экспериментах применяли ртутно-гелиевые лампы ДРГС-12 с наработкой 100—200 ч. Полученные спектры излучения существенно различаются по интенсивности линий с данными паспорта на ДРГС-12, что необходимо учитывать при калибровке спектральных приборов (датчиков) и спектральных измерениях.

Л и т е р а т у р а

1. **Spectroscopic lamps** OSRAM GmbH [Электрон. ресурс]. http://www.osram.com/osram_com/products/lamps/specialty-lamps/spectroscopic-lamps/index.jsp (дата обращения 07.02.2014 г.)
2. **Light-emitting devices** Hamamatsu Photonics K.K. [Электрон. ресурс]. <http://www.hamamatsu.com/jp/en/product/category/1001/3011/index.html> (дата обращения 07.02.2014 г.)
3. **Gorbunkov V. I., Solomonov V. I.** Absorption and emission lines of a mercury molecule in a mercury discharge lamp // Optics and Spectroscopy. 2008. V. 105. N. 5. P. 699—704.
4. **Jiang Y., Tang C., Xu J.** Fabrication of long-period gratings with a mercury-arc lamp // Opt. Commun. 2010. V. 283. N. 7. P. 1311—1315.
5. **Araoud Z., Ben Ahmed R., Bouaoun M., Ben El Hadj Rhouma M., Charrada K., Zissis G.** A dynamic study of the warm-up phase of a high-pressure mercury lamp // Phys. Plasmas. 2008. V. 15. N. 9. P. 093502—093512.
6. **Burm K. T. A. L.** Continuum radiation in a high pressure argon-mercury lamp // Plasma Sources Sci. Technol. 2004. V. 13. N. 3. P. 387—394.
7. **Белов Н. П., Грисимов В. Н., Яськов А. Д.** Лабораторный спектрометр для исследования коэффициента отражения и определения параметров цветности диффузно отражающих объектов // Известия вузов. Приборостроение. 2010. № 7. С. 74—78.
8. **Петровский Г. Т.** Цветное оптическое стекло и особые стекла: каталог. М.: Дом оптики, 1990.

Дата принятия 14.10.2014 г.