

Работа 3-2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТОВОГО ТОНА И ЧИСТОТЫ ЦВЕТА ПИРОТЕХНИЧЕСКОГО ПЛАМЕНИ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомление с методикой работы на фотоэлектрическом колориметре и определение цветовых характеристик предложенных составов.

НЕОБХОДИМЫЕ ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

1. Фотоэлектрический колориметр
2. Источник света типа А
3. Осциллографная бумага
4. Малая фотометрическая скамья
5. График для перехода от трехцветных координат к координатам цветовой тон, чистота цвета.

Фотоэлектрический колориметр

В работе используется фотоэлектрический колориметр, оптическая система которого рассчитана во ВНИИМ им. Менделеева по системе R, G, B. Фотоэлектрический колориметр состоит из трех селеновых элементов с корригирующими светофильтрами, пропускающими свет в определенной области спектра.

Фотоэлементы колориметра конструктивно оформлены в колориметрическую головку (КГ), в которую также помещен фотоэлемент для измерения силы света.

Техническая характеристика головки КГ-2

Погрешность измерения координат цветности	+0.01
Чувствительность	0.05 мкА/лк
Диапазон измеряемых освещенностей	500-3200 лк
Угол зрения	3 град

Колориметрическая головка содержит три селеновых фотоэлемента со светофильтрами, обеспечивающими коррекцию их спектральной чувствительности под стандартные функции сложения цветов. Координаты цвета : r , g , b .

ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЮ

Градуировка колориметрической головки выполняется на фотометрической скамье по схеме, приведенной на рис.1.

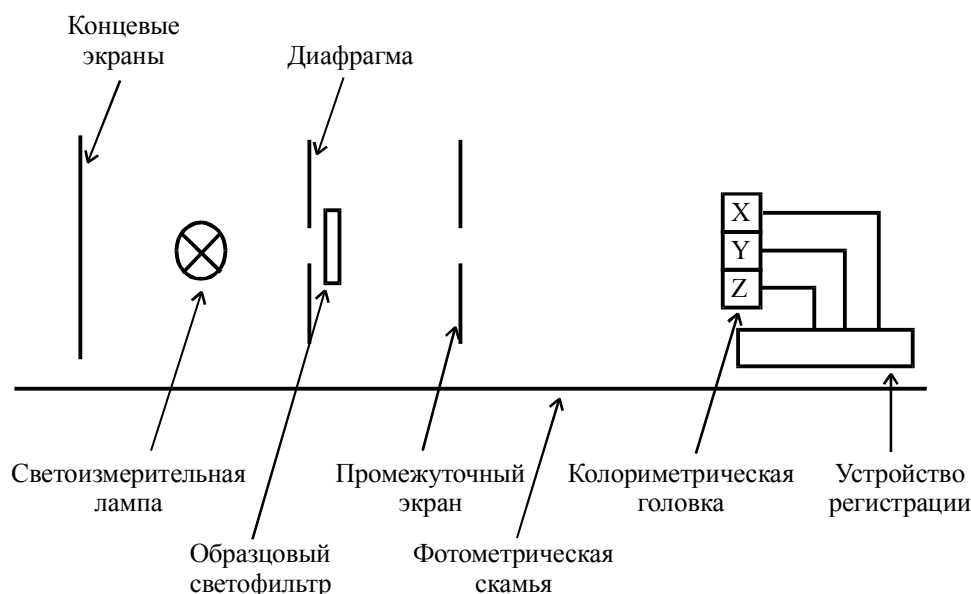


Рис. 1. Схема градуировки

Колориметрическая головка устанавливается на фотометрической скамье так, чтобы пересечение нитей оптического визира приходилось на высоту центра тела накала светоизмерительной лампы, а само тело накала лампы было перпендикулярно продольной оси скамьи.

Предельная освещенность в плоскости фотоэлементов колориметрической головки не должна превышать 2000 лк.

Проверить работоспособность всей измерительной схемы и провести градуировку каждого канала в соответствии с требованиями ГОСТ 2389.

На градуировочной осциллограмме измерить расстояния n_x , n_y , n_z от нулевых линий до соответствующих отрезков прямой и по полученным данным рассчитать постоянные коэффициенты $C\alpha$, $C\beta$ по формулам:

$$C\alpha = 1,18 \, n_y/n_x;$$

$$C\beta = 0,356 \, n_y/n_z$$

Проверить правильность градуировки путем измерения координат цветности синего, красного и зеленого контрольных светофильтров, прилагаемых к колориметрической головке. Для измерения координат цветности контрольные светофильтры должны быть установлены так, чтобы весь световой поток, проходящий через отверстие экрана, попадал на светофильтр.

Измеренные координаты цветности контрольных светофильтров могут отличаться от паспортных не более чем на $\pm 0,01$, в противном случае повторить градуировку вновь. Значения координат цветности и коэффициентов пропускания контрольных светофильтров для излучения стандартного колориметрического источника "А" приведены в паспорте на головку.

Рассчитать значение градуировочного коэффициента a в лк/мм по формуле:

$$a = \frac{I}{R^2 n_y} = \frac{E}{n_y}$$

где I — сила света лампы, кд;

R — расстояние от тела накала светоизмерительной лампы до приемной площадки фотоэлементов колориметрической головки, м;

n_y — отклонение светового луча осциллографа канала "Y";

E — освещенность, лк.

При градуировке колориметрической головки в комплекте с автоматизированным устройством определение градуировочных коэффициентов проводится в соответствии с нормативно-технической документацией на устройство.

Результаты градуировки колориметрической головки занести в протокол.

Собрать измерительную схему согласно рис. 2.

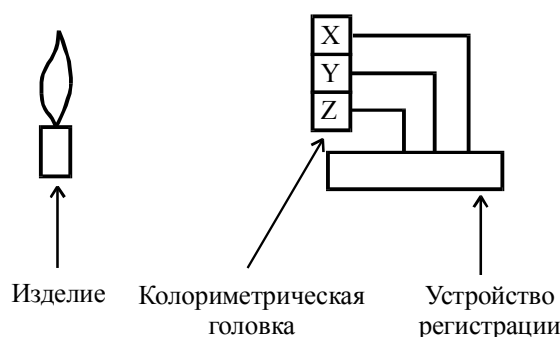


Рис. 2. Схема измерений

Рассчитать базу фотометрирования R в метрах по формуле:

$$R = \sqrt{\frac{I}{an}}$$

где I — предполагаемая сила света изделия, кд;

a — градуировочный коэффициент;

n — отклонение светового луча осциллографа, составляющее 50% шкалы.

При работе в комплекте с автоматизированным устройством распознавания цвета, чувствительность которого достаточна для работы в диапазоне освещенностей от 2 до 2000 лк, базу измерений рекомендуется выбирать таким образом, чтобы освещенность на фотоэлементах колориметрической головки приходилась приблизительно на середину указанного диапазона.

Наименьшая база фотометрирования должна быть не менее базы, указанной в таблице.

Таблица — Наименьшая база фотометрирования

Наибольший размер пламени, мм	Наименьшая база фотометрирования, м
10	0,55
20	0,65
30	0,75
40	0,80
50	0,90
100	1,40
200	2,40
300	3,30
400	4,30
500	5,20
700	8,10

При работе в комплекте со светолучевым осциллографом не допускается проведение измерений цветности излучения пиротехнического пламени при базах фотометрирования, на которых:

- создается освещенность на поверхности фотоэлементов колориметрической головки больше 2000 лк;
- значение отклонений светового луча осциллографа меньше 10% и больше 90% шкалы осциллографа для значений тех фототоков (I_x , I_y , I_z), которые соответствуют преобладающим компонентам цвета (X, Y, Z) в измеряемом цвете излучения.

В случае невозможности определения цветности пиротехнического пламени из-за малой силы света изделий допускается изготовление специальных образцов изделий.

Установить колориметрическую головку на базе фотометрирования R так, чтобы пересечение нитей оптического визира колориметрической головки приходилось на предполагаемый центр пламени изделия.

Скорость движения осциллографной бумаги следует выбирать, исходя из требований технических условий на изделие.

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ

Подготовить осциллограф или автоматизированное устройство распознавания цвета к регистрации процесса, воспламенить изделие и провести регистрацию процесса. Работа с автоматизированным устройством распознавания цвета при испытаниях изделий проводится в соответствии с технической документацией на устройство.

По окончании процесса горения изделия выключить механизм, приводящий в движение осциллографную бумагу.

Последующие испытания по определению цветности излучения пиротехнического пламени подготавливать и проводить аналогично.

ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Вычислить среднее значение по каналам X, Y и Z.

Рассчитать с точностью до второго десятичного знака коэффициенты α и β по формуле:

$$\alpha = C_{\alpha} \frac{n_x}{n_y}$$

$$\beta = C_{\beta} \frac{n_z}{n_y}$$

где n_x , n_y , n_z — средние арифметические значения по каналам.

Определить координаты цветности X, Y по формулам:

$$X = \frac{\alpha + 0,1667\beta - 0,333}{\alpha + \beta + 0,5}$$

$$Y = \frac{1 - X}{1 + \beta}$$

Значение доминирующей длины волны λ , в нм и чистоты цвета P , в процентах необходимо определить по координатам цветности X, Y на стандартном цветовом графике.

Рассчитать силу света изделия I в кд по формуле:

$$I = a n_y R^2 \frac{100}{100 + \rho},$$

где a — градуировочный коэффициент, лк/мм;

R — база фотометрирования, м;

n_y — среднее значение по каналу Y;

ρ — коэффициент многократных отражений фотометрической камеры, определяемый по ГОСТ 2389.

Удельную светосумму Z_0 в кд с/г определить по формуле:

$$Z_0 = \frac{It}{m}$$

где I — сила света изделия, кд;

t — время горения изделия, измеренное секундомером;

m — масса сжигаемого изделия, г.

Полученные при испытаниях данные необходимо вносить в рабочий журнал.

ВЫВОДЫ

Дать характеристику качества исследуемых образцов и объяснить полученные результаты.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Устройство и принцип действия фотоэлектрического колориметра.
2. Порядок проведения градуировки колориметра.
3. Обработка осциллограмм.
4. Определение цветового тона и чистоты цвета по координатам цветности на стандартном цветовом графике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. С. Батунова, Н. Х. Валеев, Ю. П. Карпов, Л. Н. Свиридов. Лабораторные работы по курсу "Теоретические основы пиротехники". - М.: ЦНИИНТИ, 1982, с.182-194.
2. Колориметрические величины и их измерения: Мет. указ. к лабораторным работам/Сост. А. С. Дудырев, Ю. П. Карпов, Л. Н. Свиридов, А. Н. Головчак и др.; ЛТИ им.Ленсовета. - Л., 1983.- 25 с.
3. Ашкенази Г. И. Цвет в природе и технике. - М.-Л.: Энергия, 1975. - 88 с.
4. Алексеев С. С. Цветоведение. - М.: Искусство, 1952.-147 с.
5. Гуревич М. М. Цвет и его изменение. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. - 268 с.
6. Ивенс Р. М. Введение в теорию цвета. - М.: Мир, 1964. - 442 с.
7. Шаронов В. В. Свет и цвет. - М.: Физматгиз, 1961, 311 с.