

РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ БЕЛИЗНЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

М.А.Шайдоров, В.Л.Шушкевич

Для текстильных материалов понятие «белизна» часто заменяется понятием «светлота». В понятия «белизна», «светлота», «белый материал» вкладывается представление о поверхности, хорошо рассеивающей световой поток, имеющий малую степень избирательного поглощения. Белизну текстильных материалов повышают путем химического и физического воздействия (белиение, чистка, мытье), подцветкой синими красителями и пигментами. Белизна является одной из важнейших характеристик качества неокрашенных текстильных материалов.

Между светлотой и белизной на практике нет четкого различия. Под светлотой чаще всего понимается оценка яркости, а под белизной – коэффициент яркости. Белизна используется для оценки степени загрязненных и отстиранных материалов, которая оценивается двумя показателями: коэффициентом яркости r , измеренным при длине волны светового потока 540 нм и коэффициентом подцветки P , рассчитанным как отношение коэффициентов яркости, измеренных при длине волн 540 нм и 410 нм, то есть

$$P = \frac{r_{410}}{r_{540}}$$

Кроме того, белизну текстильных материалов можно оценивать по отражательной способности их поверхности ω :

$$\omega = 100 \rho_r \rho_{r_0}$$

где ω – белизна материала, %;

ρ_r – коэффициент отражения образца материала;

ρ_{r_0} – коэффициент отражения эталонной белой пластины.

Оптические свойства имеют существенное значение при оценке внешнего вида, эстетическом восприятии швейного изделия. Они позволяют выявлять, подчеркивать или, наоборот, скрывать фактуру материала, силуэт, конструктивные особенности изделия, объем фигуры человека [1].

Световой поток, проходящий через материал, изменяется качественно и количественно. Прохождение светового потока P через материал поясняется схемой (рис. 1.).

Измерительное устройство в разрабатываемом приборе может быть построено на оптико-электрических преобразователях.

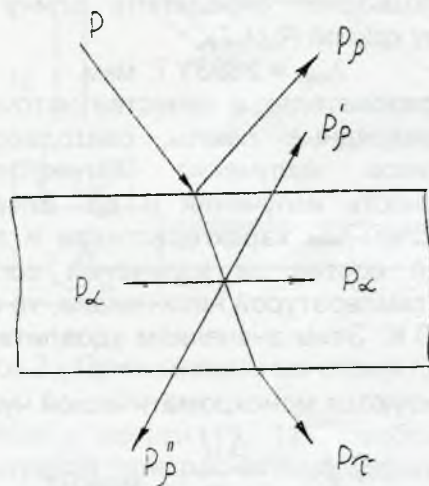


Рисунок 1 - Схема прохождения светового потока через материал:

P – падающий световой поток; P_p – отраженный световой поток; P_p' – диффузно рассеянный световой поток; P_p'' – поглощенный световой поток; P_T – пропущенный световой поток

Для описания оптических явлений применяют три системы величин: энергетическую, световую (фотометрическую) и квантовую. Основной величиной энергетической и фотометрической систем является поток излучения Φ , определяемый в системе световых величин в люменах. Световые величины используются для оценки излучения по производимому им световому ощущению, то есть по реакции глаз, и связь между энергетическими и световыми величинами устанавливают через спектральную чувствительность глаза.

Если известна функция распределения мощности P_λ по длинам волн и спектральная чувствительность глаза K_λ , то видимый световой поток Φ [2]:

$$\Phi = 683 \int_{0,4}^{0,8} K_\lambda \cdot P_\lambda \cdot d\lambda, \text{ лм}$$

Для нормального человеческого глаза $K_\lambda = 1$ при $\lambda = 0,555$ мкм.

Тогда, световой поток в один люмен в области максимальной чувствительности глаза эквивалентен энергетическому потоку и равен 683 лм/Вт.

Однако, если для характеристики оптических явлений нет необходимости в указании конкретных единиц, то часто пользуются общим понятием «интенсивность света», под которым по барам может подразумеваться поток света, сила света, яркость и т.д. А интенсивность света оптико-электрическими преобразователями может быть преобразована в электрические величины (ток, напряжение), которые и будут однозначно характеризовать фотометрические величины.

В качестве источника светового потока может быть использована светимость нагретого тела. Связь между излучением абсолютно черного тела (АЧТ) и его температурой определяется основными законами (законы Стефана-Больцмана, Планка, Голицына-Вина). Закон Стефана-Больцмана определяет связь между энергетической светимостью R и его температурой T :

$$R = rT^4,$$

где $r = 56697 \cdot 10^{-8}$, Вт/м² К⁴ - постоянная Стефана-Больцмана.

Закон Планка дает качественную характеристику лучистого потока, указывая как распределяется энергия излучения АЧТ по длинам волн:

$$R_\lambda(\lambda, T) = c_1 \cdot \lambda^{-5} \left\{ \exp \left[\frac{c_2}{T \lambda} \right] - 1 \right\}^{-1},$$

где $c_1 = 3,7415 \cdot 10^{-16}$, Вт/м²;

$c_2 = 1,4388 \cdot 10^{-2}$, м² · К.

Закон Голицына-Вина позволяет определить длину волны излучения АЧТ, соответствующую максимуму кривой $R_\lambda(\lambda, T)$:

$$\lambda_{max} = 2898 / T, \text{ мкм.}$$

В измерительных преобразователях в качестве источника света используются лампы накаливания, газоразрядные лампы, светодиоды, лазеры. Основными характеристиками источников излучения являются характер свечения, спектральный состав, мощность излучения и др. Вполне удовлетворительные параметры по вышеперечисленным характеристикам и законам имеют ряд ламп накаливания. Спектральный состав их излучения согласно закону Стефана-Больцмана можно задавать температурой нити накала, то есть током питания. Для $\lambda = 0,4-0,8$ мкм, $T = 4000-6000$ К. Этим значениям удовлетворяют ряд ламп: МН 2,5-0,5; НСМ 9-60-2; СЦ-61 и др.

Фотоприемники характеризуются монохроматической чувствительностью S_λ :

$$S_\lambda = \frac{\Delta J}{\Delta P_\lambda}, \text{ мкм/Вт}$$

Фотоприемники, предназначенные для работы в видимой области спектра, характеризуются интегральной световой чувствительностью S_Φ :

$$S_\Phi = \frac{\Delta J}{\Delta \Phi}, \text{ мА/лм.}$$

Температура окружающей среды влияет на значение флуктуационных помех, которые и создадут погрешность измерения. Но такие помехи частично можно исключить схемным решением или индивидуальной подстройкой перед измерением.

Из известных фотоприемников хорошие результаты можно получить с использованием фоторезисторов. Так, спектральная характеристика фоторезистора типа ФС-К имеет максимум при $\lambda = 0,6$ мкм, то есть перекрывают участок (0,555 мкм) наибольшей чувствительности глаза человека. Вольтамперные и световые характеристики фоторезисторов линейки, постоянные времени $(10^{-2} - 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C})$. И хотя характеристики фоторезисторов сильно зависят от температуры, но для большинства их допустимый температурный диапазон составляет от -60°C до $+60^\circ\text{C}$, что вполне достаточно для работы в лабораторных условиях.

В данной работе предложена экспериментальная измерительная установка (рис.2.), в которой измерительной цепью фоторезисторов является мостовая цепь. Измерительная установка спроектирована на опико-электрических преобразователях.

Основные блоки прибора и принцип его действия состоят в следующем. После заправки исследуемых образцов материалов 4 включаются измерительные мосты 5,9 при выключенной лампе накаливания 2, которая питается от автотрансформатора 1. Для уменьшения рассеивания светового потока 11, направленного на исследуемый материал, используется тубус 3. После включения лампы накаливания материал размещается под углом 45° к нормали светового потока 11, который частично проходит сквозь материал и падает на фоторезистор R_Φ . Отраженный поток 11' освещает фоторезистор 8. Две мостовые схемы 5,9 измеряют интенсивность прошедшего и отраженного потоков. Оба моста имеют переменные резисторы R_3 и R_Φ , которые позволяют сбалансировать нулевые значения на индикаторах 7,10. Оба моста запитаны от блока 6.

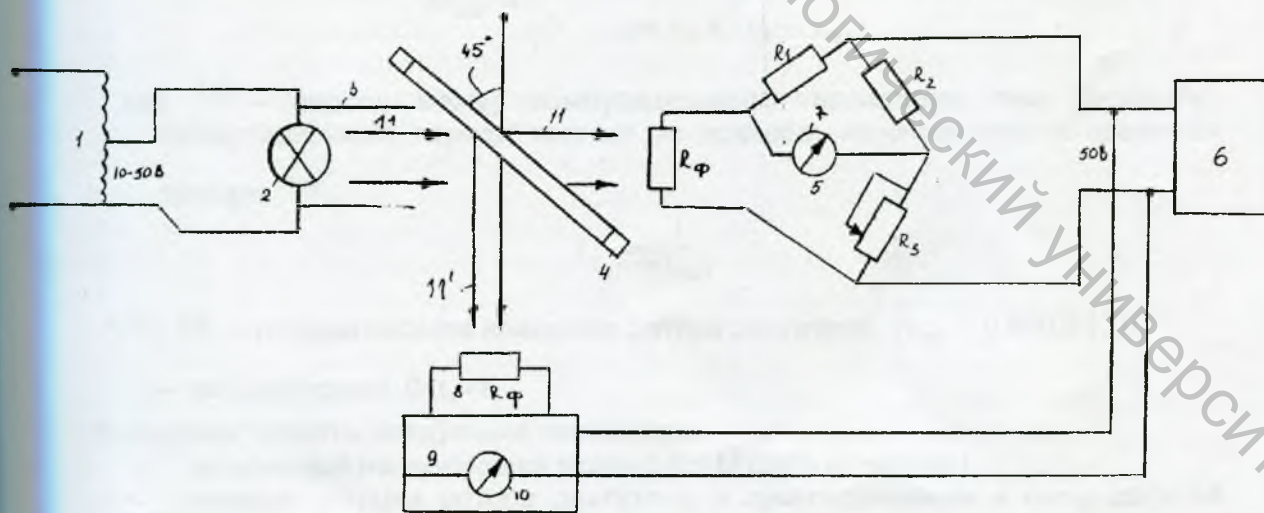


Рисунок 2 - Принципиальная схема прибора

В описанной схеме световые потоки 11, 11' преобразуются в электрические сигналы, которые и используются при расчете коэффициентов прохождения K и отражения K_r . Поток 11 за счет рассеивания и отражения уменьшится и создаст ток разбаланса J_1' моста 5. Коэффициент прохождения K определяется из соотношений:

$$K = \frac{\Delta J_1}{J_1}, \quad \Delta J_1 = J_1 - J_1'$$

Отраженный поток 11' вызовет ток разбаланса J_2' моста 9:

$$K_1 = \frac{\Delta J_2}{J_2}, \quad \Delta J_2 = J_2 - J_2'$$

Таким образом, спроектированный прибор (установка) позволяет оценивать оптические свойства (белизну, светлоту, блеск и др.) текстильных материалов, используемых при производстве одежды.

Список использованных источников

1. Бузов, Б.А. Материаловедение швейного производства / Б.А.Бузов, Т.А.Модестова, Н.Д.Алыменкова. -4-е изд., перераб.и доп. -М.: Легпромбытиздат, 1986. -424 с.
2. Ландсберг, Г.С. Оптика: Учебное пособие / Г.С.Ландсберг. -5-е изд. -М.: Наука, 1976. -928 с.

SUMMARY

Clause is devoted to the description designed by the authors of the device for definition of a degree brightnesses of textile materials, including, materials for clothes. The measuring block of the device is constructed on optics-electrical transformations of light beams to electrical signals. The basic circuit of the device, description of mainframes and principle of action is given. The device allows to estimate not only brightness, but also shine of materials.