

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЕТООТРАЖАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Г.П. МЕЩЕРЯКОВА, И.Ю. ЕВТОДИЙ

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

На специальной фотометрической установке исследовались отличия реальных светоотражающих материалов от идеальных, применяемых в рабочей одежде.

Измерялась зависимость интенсивности отраженной в обратном направлении волны $I(\varphi)$ от угла падения света на образец φ при освещении его светом He-Ne лазера с длиной волны 0,63 мкм. Для сравнения результатов, использовали относительную

интенсивность $I(\varphi)/I_0$, где I_0 – интенсивность падающего света.

В табл.1 приведены результаты измерений относительной интенсивности отраженного светового потока в зависимости от угла падения образцами разного цвета и капроновой тканью арт.55 2611 9416 10 ШП, используемой при производстве спецодежды. В качестве погрешности указано одно квадратичное отклонение.

Т а б л и ц а 1

Цвет	Светоотражающие пластиковые материалы				Ткань
	серебристый	зеленый	красно-оранжевый	белый	лимонный
Угол φ°	$\frac{I(\varphi)}{I_0} \cdot 10^{-3}$				$\frac{I(\varphi)}{I_0} \cdot 10^{-5}$
0	0,330 ± 0,005	0,450 ± 0,005	0,600 ± 0,005	0,610 ± 0,005	1,59 ± 0,05
10	0,32	0,44	0,63	0,39	1,12
20	0,32	0,39	0,50	0,28	0,96
30	0,32	0,34	0,23	0,12	0,86
40	0,30	0,22	0,09	0,07	0,77
50	0,22	0,12	0,00	0,01	0,65
60	0,12	0,05	0,02	0,01	0,46
70	0,02	0,04	0,00	0,00	0,28
80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09

Из приведенных в табл.1 данных следует, что коэффициент отражения для светоотражающих материалов невелик; отражающие свойства ткани и светоотражающих пластиков отличаются на два порядка, то есть при одинаковых площадях засветки пластик видно на расстояниях много

больших и использование светоотражающих элементов в спецодежде оправдано. Кроме того, относительная интенсивность светоотражения для пластиковых материалов быстро падает с увеличением угла падения света.

x, см	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$I(\varphi)/I_0 \cdot 10^{-4}$	6,0	4,9	3,3	1,8	0,6	0,0
$I(\varphi)/I_0 \cdot 10^{-4}$ _{расч}	6,0	5,3	3,6	1,9	0,8	0,3

Далее измеряли расходимость отраженного от красно-оранжевого образца светового потока. Результаты измерений относительной интенсивности в направлении, перпендикулярном направлению распространения света, представлены в табл.2. Измерения проводили вдоль прямой, находящейся на расстоянии 0,902 м от образца.

Зависимость хорошо описывается кривой Гаусса: $I(x)=I_0 A \exp(-kx^2)$ с параметрами, которые легко находятся по методу наименьших квадратов. В этом случае $A=6,0 \cdot 10^{-4}$, $k=-0,5 \text{ см}^{-2}$. Расчетные значения относительной интенсивности приведены в нижней строчке табл.2. Поскольку расстояние до образца известно, можно опре-

делить угол расходимости света $2\psi=0,022 \text{ рад}=1,26^\circ$, то есть расходимость отраженного света невелика.

В целях более подробного исследования отражательных свойств необходимо строить индикатрисы, то есть угловые диаграммы рассеяния света, показывающие зависимость интенсивности рассеянного светового потока от азимутального угла и угла отклонения от направления освещения θ . Построение индикатрис достаточно трудоемкий процесс, поскольку необходимо, как минимум, измерить интенсивности отраженного сигнала в двух перпендикулярных направлениях при углах отклонения от вертикали от $-90^\circ < \theta < +90^\circ$.

Таблица 3

Азимутальный угол, град	Цвет				
	зеленый		белый		красно-оранжевый
	0	90	0	90	
Угол θ°	$(I(\theta)/I_0) \cdot 10^{-4}$				
0	4.50 ± 0.05	4.50 ± 0.05	6.10 ± 0.05	6.10 ± 0.05	6.0 ± 0.1
10	3.4 ± 0.1	2.2 ± 0.2	3.7 ± 0.1	2.6 ± 0.1	3.7 ± 0.1
20	0.35 ± 0.05	0.7 ± 0.1	1.30 ± 0.05	1.42 ± 0.05	1.3 ± 0.1
30	0.14 ± 0.05	0.33 ± 0.05	0.82 ± 0.03	0.95 ± 0.05	0.7 ± 0.1
40	0.12 ± 0.01	0.20 ± 0.02	0.8 ± 0.1	0.72 ± 0.05	1.3 ± 0.1
50	0.15 ± 0.05	0.25 ± 0.02	0.55 ± 0.05	0.52 ± 0.05	0.5 ± 0.1
60	0.07 ± 0.02	0.16 ± 0.01	0.31 ± 0.05	0.39 ± 0.03	0.30 ± 0.05
70	0.020 ± 0.005	0.040 ± 0.005	0.18 ± 0.05	0.14 ± 0.01	0.30 ± 0.05
80	0.000 ± 0.005	0.000 ± 0.005	0.000 ± 0.005	0.000 ± 0.005	0.10 ± 0.05

В табл.3 приведены значения относительной интенсивности, усредненные для симметричных углов θ по каждому из направлений для белого и зеленого образцов, и усредненная индикатриса для красно-оранжевого образца при освещении светом, перпендикулярным поверхности.

Значения относительной интенсивности в каждом столбце убывают при увеличении угла θ , но об азимутальной симметрии можно говорить с большой натяжкой, что, с нашей точки зрения, свидетельствует о невысоком качестве исследуемых образцов.

Красно-оранжевый образец, обладающий наилучшей отражающей способностью, может плохо восприниматься глазами в темное время суток, хотя в тумане при дневном освещении красный цвет предпочтительнее. Обладающий несколько худшими характеристиками зеленый образец, наоборот, будет лучше виден в сумерках. Что касается белого образца, то именно он может давать мерцающий сигнал, видимый лишь при углах, близких к нулю. Вследствие того, что интенсивность отраженного потока прямо пропорциональна освещенной светом площади, при использовании серебристого пластика, наиболее

удобного по другим технологическим свойствам, для достижения достаточного оптического эффекта целесообразно использовать большие по площади светоотражающие элементы одежды. При конструировании одежды наиболее эффективно одновременное использование разных светоотражающих материалов.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что наилучшими отражательными качествами обладают светоотражающие материалы с наиболее "узкой" индикатрисой. Поэтому при выборе конструкционных материалов учет индикатрис позволяет определять оптимальные по своим оптическим свойствам образцы.

2. Индикатрисы светорассеивающих материалов должны иметь азимутальную симметрию, что позволяет регулировать качество светорассеивающих материалов в процессе производства и выбирать технологический процесс оптимальным образом.

Рекомендована кафедрой высшей математики.
Поступила 24.09.01.