

Е.В. Ручкина, ст. преп. (БГТУ, г. Минск);  
Р.И. Кармишин, нач. техн. отдела индустр. технологий  
(ООО «Колорфэктори, г. Минск»)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТА ПИГМЕНТИРОВАННЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ В ЦВЕТОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ Lab, RGB В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ОСВЕЩЕНИЯ

Для деревообрабатывающих предприятий, изготавливающих крашеные фасады и дверные полотна из МДФ, точное измерение цвета и проверка его соответствия образцам-эталонам становится приоритетным в оценке качества работы по отделке. В настоящее время существуют современные методы и оборудование, которые позволяют достичь высокой точности контроля цвета.

Цвет – это трехмерная величина, определяемая координатами в колориметрических системах. Координаты цвета представляют собой количества основных цветов, необходимые для получения равенства цвета с измеряемым образцом.

Для удобства восприятия, оценки и сравнения результатов измерений цвета, Международной комиссией по освещению (МКО) было разработано несколько математических моделей цветовых пространств, описывающих весь видимый человеческим глазом диапазон цветов с различной насыщенностью и яркостью.

Наибольшее распространение получило цветовое пространство  $L^*a^*b$  и его модификации, представляющее все видимые цвета и оттенки в виде шара с осями  $L$ ,  $a$  и  $b$ . При этом по оси  $L$  измеряется светлота (в диапазоне от 0 до 100%), отображая коэффициент спектрального отражения, по оси  $a$  измеряется красный-зеленый оттенок, по оси  $b$  оттенок желтый-синий (в диапазонах от -100 до +100). Цветовое пространство и результаты измерений может отображаться как в виде объемной фигуры, так и в 2-х мерном виде [1].

Любому видимому цвету в цветовом пространстве  $L^*a^*b$  будет соответствовать определенная точка с уникальными координатами (колориметрическими значениями). Полученные колориметрические значения удобны, как для визуальной оценки положения цвета в пространстве, светлоты и насыщенности цвета, так и для численного сравнения различных цветов и определения цветоразличия.

Для оценки цветового отклонения  $\Delta E$  используют следующую формулу [2]:

$$\Delta E = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2},$$

где  $L_1, a_1, b_1; L_2, a_2, b_2$  – координаты цвета образца-эталоны и сравниваемого образца соответственно в цветовом пространстве  $L^*a^*b^*$ .

В нормативных документах на производство мебели предельно допустимая ошибка цветоподбора не указывается, разные производители мебели устанавливают внутренние ограничения исходя из своих возможностей контролировать цвет.

В системе цветовых координат диапазон неразличимости цвета стандартным наблюдателем определяется уравнением  $\Delta E=1$ . Следовательно при  $\Delta E < 1$  совпадение цвета образца в большинстве случаев считается допустимым, а при  $\Delta E \leq 0,5$  совпадение считается отличным и это та граница, до которой цветовое отличие практически не заметно невооруженным глазом.

Поскольку восприятие цвета зависит от условий освещения и наблюдения, для визуальной спецификации совершенно необходимым является применение стандартных источников освещения. Чаще всего такие источники используют в составе так называемых цветочных камер.

Цветочные камеры представляют собой набор стандартных источников освещения смонтированных в корпусе, обеспечивающим стандартный серый фон наблюдения образца и предотвращающий попадание в поле зрения постороннего «окрашенного» света. Как правило в цветочных камерах установлены следующие источники освещения: имитация дневного света 5000K (D50) или 6500K (D65); флуоресцентный белый холодный 4150K (CWF); лампа накаливания тип А (2856K); флуоресцентное освещение торговых залов TL84; источник ультрафиолета (УФ), который может использоваться как отдельно, так и в комбинации с любым другим источником света для выявления и оценки оптических отбеливателей, флуоресцентных красителей или пигментов. Выбор между одним из источников нормального освещения или флуоресцентного должен быть основан на требованиях той или иной международной нормы.

В соответствии с классификацией, установленной изготовителями приборов цветоизмерительные приборы различаются по оптической геометрии измерения и способу определения координат цвета [1]. В данной работе изучается работа портативного прибора COLORPIN II, который предоставляет возможность сравнения цветов заготовок с эталонными материалами. Калибровка прибора и последующие измерения позволяют определить дельту цвета и предложить корректировки для достижения требуемой цветочной гаммы.

Первым шагом является калибровка портативного колориметра. Для этого прибор закрывается специальной крышкой для обеспечения

абсолютной темноты. После этого прибор автоматически производит калибровку при помощи белой калибровочной пластины и готов к измерениям. Затем осуществляется установка связи с колориметром через смартфон посредством Bluetooth. Далее выбирается эталонная заготовка, к которой плотно прислоняется прибор, обеспечивая отсутствие внешнего освещения. Через несколько секунд прибор сканирует ее цвет. Используя внутренний источник света, колориметр освещает поверхность образца под фиксированным углом  $0^\circ$  и тем самым исключают блеск для наиболее точного воспроизведения того, как видит цвет человеческий глаз.

Когда свет отражается (под углом  $45^\circ$ ), он проходит через три фильтра: красный, зеленый и синий. Эти фильтры выделяют трехцветные колориметрические значения, соответствующие тому, как видят цвет наши глаза. Далее программа предлагает соответствующие координаты цвета в зависимости от их характеристик, и определяет наиболее близкий образец по RAL, NCS, либо иному каталогу цветов.

Для сравнения эталона с окрашенными заготовками производится их сканирование. Прибор позволяет быстро определить цветовую дельту между образцами и эталоном, и может определить насколько равномерно нанесена эмаль на поверхность. Программа имеет цветовую индикацию «критичности»  $\Delta E$ : красным отмечается разница, которая хорошо видна глазом и покрытие требует колеровки; желтым – на усмотрение заказчика ( $\Delta E \leq 1$ ); а зеленым цветом характеризуется разница, которой можно пренебречь, т.е. глазом она не должна быть заметна ( $\Delta E \leq 0,5$ ).

Для проведения исследований использовали полиуретановые эмали, в качестве эталонов – международную цветовую картотеку RAL Classic. Выбор полиуретановых материалов для исследований основывается на том, что они пользуются наибольшей популярностью для отделки изделий из МДФ, так как обладают высокими эксплуатационными и технологическими показателями.

К основным достоинствам полиуретановых материалов относятся высокие твердость, химстойкость, водостойкость, хорошая адгезия к различным материалам и адгезия, декоративность, а также хорошая совместимость с различными лакокрасочными материалами. Испытания по определению цвета лакокрасочных покрытий проводились на стеклянных образцах. Подготовка образцов к нанесению лакокрасочных покрытий и проведению испытаний осуществлялась в соответствии с требованиями ГОСТ 8832. Результаты измерений представлены в таблице.

**Таблица – Сравнение результатов определения цвета пигментированных полиуретановых покрытий при помощи колориметра**

Сравниваемые ЛКП	Координаты цвета в цветовом пространстве $L^*a^*b$			Цветовое отклонение $\Delta E$	Разница цветовых координат		
	$L$	$a$	$b$		$\Delta L$	$\Delta a$	$\Delta b$
Эталон RAL 2004 Pure orange	237,59	83,97	0,00	1,25	6,00	-2,01	0,00
Образец 1	243,59	81,96	0,00				
Эталон RAL 5014 Sku blue	12,41	132,51	197,11	0,67	-12,41	-1,58	-1,03
Образец 2	0,00	130,93	196,08				
Эталон RAL 5018 Turquoise blue	31,5	140,00	156,16	1,22	-23,73	0,95	-0,64
Образец 3	7,77	140,95	155,53				

Исследование показало, что спектрофотометрический анализ с использованием портативного колориметра COLORPIN II является эффективным инструментом для сравнения цветовых характеристик материалов.

Калибровка прибора и последующие измерения позволяют определить дельту цвета и предложить корректировки для достижения желаемой цветовой гаммы. Дальнейшие исследования могут быть направлены на расширение диапазона материалов и определение оптимальных параметров корректировки цвета для различных приложений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Значение цвета LAB [Электронный ресурс] / pantone.ru. – URL: <https://pantone.ru/articles/lab-color-space> (дата обращения: 10.01.2024).
2. Формула цветового отличия [Электронный ресурс] / wikipedia.ru. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Формула\\_цветового\\_отличия](https://ru.wikipedia.org/wiki/Формула_цветового_отличия) (дата обращения: 10.01.2024).