

Анализ цветовых характеристик стекол строительного назначения

К.т.н. Гладушко О.А., к.т.н. Чесноков А.Г.

ОАО «Институт стекла»

В настоящее время стекло интенсивно используется не только для оформления световых оконных проемов, витрин, но находит все более широкое применение в архитектуре – в качестве декоративного строительного материала – цветных стеновых панелей. При этом активно используются разные виды цветных стекол: окрашенные в массу, окрашенные стекла с отражающим покрытием, стекла с цветными покрытиями.

Так как стекло одновременно и пропускает и отражает свет, то восприятие его цвета весьма неоднозначно и сильно зависит от условий наблюдения в отличие, скажем, от облицовочной плитки или бетонной панели, цветного кирпича. На просвет оттенок и интенсивность окраски могут быть одни, а на отражение – другие. Поэтому цветовые характеристики такого материала, даваемые производителем (так называемые координаты цветности), соответствуют стандартным условиям измерений и могут не совпадать с визуальным восприятием на месте наблюдения. Так визуальное восприятие цвета остекления на просвет (изнутри помещения) может соответствовать аналогичным цветовым характеристикам по пропусканию* днем и по отражению ночью (а могут и не соответствовать, если условия наблюдения сильно отличаются от стандартных), указанным производителем, а при обзоре остекления с наружной стороны здания восприятие цвета может не соответствовать цветовым характеристикам как по пропусканию, так и по отражению.

Хотя известно, что визуальное восприятие цвета – вещь вообще весьма неоднозначная в силу зависимости от таких факторов как характер освещения

* Цветовые характеристики (координаты цветности) рассчитываются исходя из значений либо спектрального пропускания либо спектрального отражения света данным материалом.

(его спектральный состав), угол обзора, чувствительность рецепторов наблюдателя, есть еще некоторые моменты, которые важно учитывать. Попробуем разобраться с этим подробнее, рассмотрев феномен визуального восприятия цвета остекления снаружи, поскольку это важно для декоративного оформления фасадов.

Цвет остекления снаружи в принципе воспринимается как результат суммирования отраженного излучения со стороны улицы (от двух сторон стекла) и прошедшего излучения изнутри помещения, если таковое там имелось. Но поскольку восприятие цвета – окраски фасада – наиболее актуально при дневном освещении (т.е. днем), то влияние света, идущего из помещения можно для простоты исключить из рассмотрения, и оценивать восприятие цвета только на отражение. И вот тут-то и возникает некий подводный камень.

Поскольку стекло – материал прозрачный, то излучение, попадая на стекло, не только отражается от его двух поверхностей, но пройдя через него, отражается от предметов, находящихся за ним – например, второе стекло, шторы, жалюзи и т.д. – и затем снова выходит наружу. Поэтому цвет стекла будет восприниматься наблюдателем исходя из этого суммарного светового потока, характер которого может сильно меняться в зависимости от характера предметов (обстановки) внутри помещения. В случае, если суммарный поток связан с максимально отражающей поверхностью, расположенной сразу за стеклом, изменение цвета по сравнению с цветом, обусловленным отражением только от стекла, будет наибольшим.

Чтобы оценить пределы изменения цвета при обзоре остекления снаружи (на отражение) было решено провести расчеты цветовых характеристик исходя из коэффициентов отражения стекла (за стеклом отсутствуют отражающие поверхности) и коэффициентов отражения комбинации стекло + белая поверхность, примыкающая к стеклу. Для эксперимента были отобраны образцы стекла различной окраски: окрашенного в массу (Planibel – 4 шт.) и окрашенного (в массе) с

солнцеотражающим покрытием (Stopsol – 3 шт.). В диапазоне 380 – 780 нм были измерены спектры отражения стекла на черном фоне $R_{\text{черн}}$ (т.е. собственно отражение) и спектры отражения стекла на белом фоне $R_{\text{бел}}$, рассчитаны координаты цветности в системе $L^* a^* b^*$ для источника D_{65} и с углом обзора 10° . Для стекол с солнцеотражающим покрытием измерения проводились как со стороны покрытия так и с противоположной стороны. Полученные данные приведены в таблице.

Из таблицы видно, что при $R_{\text{бел}}$ по сравнению с $R_{\text{черн}}$ существенно возрастает как величина светлоты L^* , так и величина параметров a^* и b^* , характеризующих насыщенность (выраженность) цвета. Степень изменения более значительна у образцов, окрашенных в массу, что вполне ожидаемо, так как они имеют низкий, характерный для таких стекол коэффициент отражения света (5–7 %), что и обуславливает (при $R_{\text{черн}}$) слабую выраженность цвета на черном фоне и низкий уровень светлоты. Коэффициент отражения света у образцов с отражающим покрытием составляет порядка 30 %, поэтому степень изменения при переходе от положения $R_{\text{черн}}$ к положению $R_{\text{бел}}$ менее значительна, в особенности в случае измерений со стороны покрытия. Также следует отметить, что сам цвет и изменение цвета у образцов с отражающим покрытием сильно зависит от положения этого покрытия относительно источника света. Характер изменения цветовых координат (цветности) наглядно представлен на графике, где оси **a** соответствуют красный и зеленый цвета (положительные значения – красный, отрицательные значения – зеленый, 0 – нейтральный), а оси **b** соответствуют синий и желтый цвета (положительные значения – желтый, отрицательные значения – синий, 0 – нейтральный). Из графика видно, что при переходе от $R_{\text{черн}}$ к $R_{\text{бел}}$ цветовой тон у большинства образцов сохраняется, т.е. если при $R_{\text{черн}}$ цвет представлял смесь красного и желтого, либо зеленого и синего, либо зеленого и желтого, то при $R_{\text{бел}}$ остается в том же цветовом поле. Исключение представляет образец № VI, у которого при отражениях со стороны без покрытия тон от сине-зеленого перешел к желто-зеленому.

Хотя параметры a^* и b^* (координаты цветности) характеризуют определенный цветовой тон, зрительно представить цвет, соответствующий данным абстрактным значениям, практически невозможно. Но это можно легко сделать, воспользовавшись атласами цветов, где наглядно представлены цвета, соответствующие конкретным значениям L^* a^* b^* и по которым, задавая полученные значения L^* a^* b^* , можно получить наглядное представление о цвете объекта и его вариациях.

В данной статье рассмотрен только один из возможных вариантов влияния на координаты цветности стекла условий его эксплуатации. Аналогичным образом можно рассмотреть и другие варианты (изменение угла наблюдения, изменение характеристик источника света и т.д.), но это приведет к тому же результату: необходимо учитывать реальные условия эксплуатации стекла, чтобы сделать правильный выбор и обеспечить необходимое цветовое решение фасада. Все это говорит о том, насколько важно для потребителя, желающего иметь определенную цветовой тон на фасаде здания, заранее согласовывать требования к окраске стекла и условия их контроля с производителем-поставщиком и получить от него максимально полную информацию о характере возможных вариаций цвета. При выборе остекления стоит учитывать такие факторы как его местоположение, поскольку восприятие цвета на южной стороне может значительно отличаться от восприятия на северной стороне, так как на южной, более освещаемой с улицы стороне, меньше сказывается влияние окраски на просвет. Кроме того, также необходимо внимательно относиться к способу установки стекол с отражающим покрытием: во избежание большого разброса цветового тона листы стекла должны быть установлены одинаковым образом, т.е. чтобы поверхность с отражающим покрытием выходила либо на улицу, либо в помещение, но для всех листов одинаково.

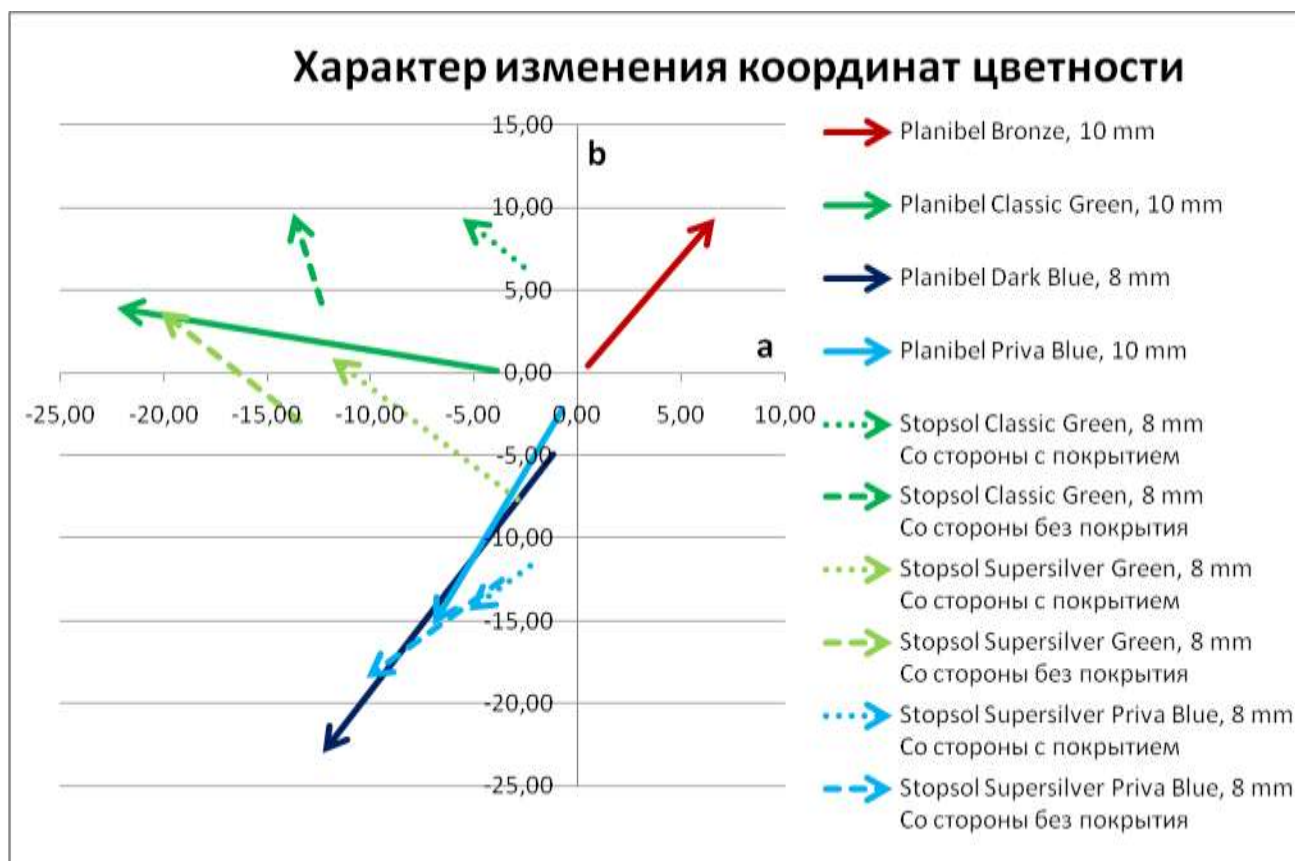
Таблица

Координаты цветности нескольких видов стекол, рассчитанные для источника D_{65} в системе $L^* a^* b^*$ с углом обзора 10° по спектрам отражения при различных условиях

№ п/п	Марка стекла		L^*	a^*	b^*	
I	Planibel Bronze, 10 mm	$R_{\text{черн.}}$	27.05	0.44	0.44	
		$R_{\text{бел.}}$	44.42	6.58	9.36	
II	Planibel Classic Green, 10 mm	$R_{\text{черн.}}$	30.90	-3.92	0.14	
		$R_{\text{бел.}}$	71.28	-22.30	3.98	
III	Planibel Dark Blue, 8 mm	$R_{\text{черн.}}$	28.43	-1.19	-4.87	
		$R_{\text{бел.}}$	60.96	-12.34	-22.94	
IV	Planibel Priva Blue, 10 mm	$R_{\text{черн.}}$	26.36	-0.76	-2.13	
		$R_{\text{бел.}}$	34.11	-7.03	-15.17	
V	Stopsol Classic Green, 8 mm	Со сторо- ны с по- крытием	$R_{\text{черн.}}$	63.15	-2.60	6.48
			$R_{\text{бел.}}$	70.63	-5.61	9.36
		Со сторо- ны без по- крытия	$R_{\text{черн.}}$	49.91	-12.40	4.26
			$R_{\text{бел.}}$	62.02	-13.78	9.69
VI	Stopsol Supersilver Green, 8 mm	Со сторо- ны с по- крытием	$R_{\text{черн.}}$	65.35	-2.97	-7.61
			$R_{\text{бел.}}$	81.65	-11.92	0.92
		Со сторо- ны без по- крытия	$R_{\text{черн.}}$	53.43	-13.45	-2.86
			$R_{\text{бел.}}$	77.18	-20.19	3.82
VII	Stopsol Supersilver Priva Blue, 8 mm	Со сторо- ны с по- крытием	$R_{\text{черн.}}$	60.47	-2.30	-11.64
			$R_{\text{бел.}}$	63.69	-5.30	-14.35
		Со сторо- ны без по- крытия	$R_{\text{черн.}}$	32.35	-3.66	-12.49
			$R_{\text{бел.}}$	41.15	-10.27	-18.41

График

Характер изменения координат цветности



2012 г.