

ЛКМ



ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

№ 1-2 (571) / 2025 • WWW.PAINT-MEDIA.COM, WWW.ЛАКИКРАСКИ.РФ • ИЗДАЕТСЯ С 1960 ГОДА

CCS-UTK™

BH-TK Blue High P. B. 15:3	BW-TK Blue Weak P. B. 15:3	CH-TK Black P. B. 15:3
GH-TK Green P. G. 7	GX-TK Green Oxide P. G. 17	MX-TK Magenta P. R. 122
OX-TK Orange Oxide Blend	RH-TK Red P. R. 254	RO-TK Red P. R. 168
WX-TK White P. W. 6	YE-TK Yellow Ext. P. Y. 138	YH-TK Yellow P. Y. 74

CCS-UMC™

FT-MC Violet P. V. 23	KS-MC Yellow P. Y. 74	LS-MC Green Strong P. G. 7	LT-MC Green P. G. 36
MM-MC Magenta P. R. 122	MS-MC Blue Strong P. B. 15:3	MT-MC Blue P. B. 15:4	PT-MC Red Orange P. R. 168
RS-MC Red Interior P. R. 112	RT-MC Yellow Oxide P. Y. 42	ST-MC Umber Blend	TT-MC Black P. Bk. 7
US-MC Yellow Or. P. Y. 83	VT-MC Red Oxide P. R. 101	XT-MC White P. W. 6	ZT-MC Yellow Citron P. Y. 138

CCS-UAN™

AN 28 Blue P. B. 15:3	G1-AN Green 7 P. G. 7	O3-AN Orange 170 P. Y. 170
AN 254 Red P. R. 168	R5-AN Red 168 P. R. 168	TR-AN Red 101 Tr. P. R. 101 (TR)
AN 23 Purple P. R. 122	V2-AN Red 122 P. R. 122	W1-AN White TiO2 P. W. 6
AN 74 Yellow P. Y. 184	Y3-AN Yellow 184 P. Y. 184	Z1-AN Black 7 P. Bk. 7

TINTALY

КОЛОРАНТЫ ДЛЯ ЗАМЕНЫ

www.tintaly.com

info@tintaly.com



ЖУРНАЛ «ЛКМ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ»

№ 1–2/25 (571) Январь-февраль

СЫРЬЕ, ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ

Учредитель:

ООО «Пэйнт-Медиа».

Издается с января 1960 года.

Журнал выходит ежемесячно.

Рекомендован ВАК
для защиты диссертаций.

Издание зарегистрировано

Министерством печати

и информации РФ,

св. № 01062 от 30 июня 1999 г.

Главный редактор

О. М. Андруцкая

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

И. В. Голиков, д.х.н., профессор

А. С. Дринберг, д.т.н.

А. А. Ильин, д.х.н., профессор

В. С. Каверинский, к.х.н.

В. Б. Манеров, к.т.н.

Л. Н. Машляковский, д.х.н., профессор

В. В. Меньшиков, д.т.н., профессор

Р. А. Семина, к.х.н.

С. Н. Степин, д.х.н., профессор

Н. В. Федякова, к.т.н., доцент

А. А. Щербина, д.х.н.

Компьютерная верстка

и дизайн

Андруцкая А.Л.

Фото на обложке:

Реклама Tintaly

Редакция оставляет за собой право редакционной правки публикуемых материалов. Авторы публикуемых научных и рекламных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений, за предоставление данных, не подлежащих открытой публикации, и точность информации по цитируемой литературе, а также за соблюдение авторских прав на иллюстративный материал. Редакция может опубликовать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

© ООО «Пэйнт-Медиа»,
«Лакокрасочные материалы
и их применение», 2025

Адрес редакции:

125319, г. Москва, ул. Черняховского,
д. 16, оф. 2613

ООО «Пэйнт-Медиа».

Тел.: (499) 272–45–70,

(985) 193–97–79

E-mail: journal@paint-media.com

Тираж 4 000 экз.

Цена 1750 руб.

www.paint-media.com,

www.лакираски.рф

СОДЕРЖАНИЕ

4, 64 НОВОСТИ

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

16 Мицеллярная адсорбция из водных растворов реологической добавки IVP-325 на образцах технического углерода и диоксида титана — к.х.н.

Б. Г. Аристов, к.х.н. М. А. Коничев

КОЛОРИМЕТРИЯ

23 Важна комплексная оценка цвета — Вернер Рудольф Крамер

ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРОВ И КОМПОЗИТОВ

28 Испытания полимерной добавки, синтезированной по технологии «ядро–оболочка», в строительных материалах — А. В. Сумский, к.х.н.

А. В. Подшивалов, д.т.н. А. С. Дринберг

49 Коллоидно-химические аспекты повышения прочности защитно-декоративных силикатных покрытий по стали — ведущий специалист В. Н. Богданов, доцент к. т. н. В. А. Перистый, профессор д.т.н.

А. И. Везенцев, доцент Л. Ф. Перистая

57 Еще раз о воде в лакокрасочных материалах. Часть 3. Водно-дисперсионные системы. Обзор информации — к.х.н. В. С. Каверинский, к.т.н.

А. Е. Индейкина, проф. Е. А. Индейкин

ПРОДУКТЫ И ИССЛЕДОВАНИЯ

32 Влияние отвердителей на физико-механические свойства термостойких органосиликатных покрытий — Л. Н. Красильникова, к.ф.-м.н.

В. А. Алексеев, д.х.н., проф. О. А. Шилова

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

39 Исследование эффективности противообрастающих покрытий для защиты неподвижных конструкций — д.т.н. А. В. Соковишин, к.х.н.

С. А. Федотов, к.х.н. Н. В. Павлова, М. А. Варганова, О. А. Белова

СОБЫТИЯ

10 «ИНТЕРЛАКОКРАСКА-2025»: что изменится?

12 Топ-10 тенденций лакокрасочной промышленности в 2025 году

62 ВАШ НАВИГАТОР

№ 1–2/25 (571) January-February

RAW MATERIALS, EQUIPMENT, TECHNOLOGY

CONTENTS

4, 64 NEWS

CHEMICAL TECHNOLOGIES

16 Micellar adsorption from aqueous solutions of rheological additive IVP-325 on carbon black and titanium dioxide samples — *Candidate of Chem. Sci. Aristov B. G., Candidate of Chem. Sci. Konishchev M. A.*

COLORIMETRY

23 The overall colour impression is what counts — *Werner Rudolf Cramer*

PROCESSING OF POLYMERS AND COMPOSITES

28 Testing of polymer additives synthesized using the «core-shell» technology in building materials — *Sumsky A. V., Candidate of Chem. Sci. Podshivalov A. V., Doctor of Tech. Sci. Drinberg A. S.*

49 Colloidal and chemical aspects of increasing the strength of protective and decorative silicate coatings on steel — *Leading specialist Bogdanov V. N., Doctor of Tech. Sci., Vezentsev A. I., Candidate of Tech. Sci. Peristy V. A., Candidate of Tech. Sci. Peristaya L. F.*

57 Once again, about water in coatings. Part 3. Water-dispersion systems. Review — *Candidate of Chemical Sciences Kaverinsky V. S., Candidate of Technical Sciences Indeykina A. E., Professor Indeykin E. A.*

PRODUCTS AND RESEARCH

32 The effect of hardeners on the physical and mechanical properties of heat-resistant organosilicate coatings — *Krasilnikova L. N., Candidate of Physico-Mathematical Sci. Alekseev V. A., Doctor of Chem. Sci. Prof. Shilova O. A.*

PHYSICO-CHEMICAL RESEARCH

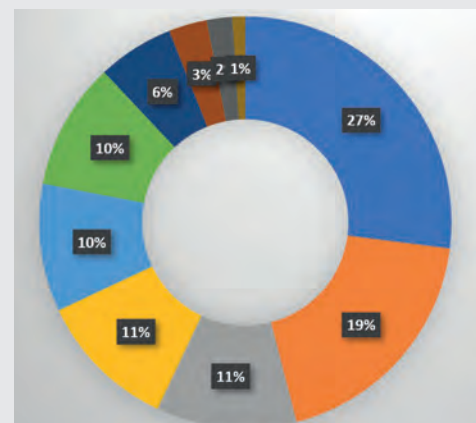
39 Investigation of the effectiveness of antifouling coatings for the protection of fixed structures — *Doctor of Tech. Sci. Sokovishin A. V., Candidate of Chem. Sci. Fedotov S. A., Candidate of Chem. Sci. Pavlova N. V., Varganova M. A., Belova O. A.*

EVENTS

10 «INTERLAKOKRASKA-2025»: what will change?

12 Top 10 trends of the coatings industry in 2025

62 YOUR NAVIGATOR



ТОП-10 ТЕНДЕНЦИЙ ЛАКОКРАСОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В 2025 ГОДУ

12



ВАЖНА КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЦВЕТА

23



ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВООБРАСТАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НЕПОДВИЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

39

ВАЖНА КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЦВЕТА

Вернер Рудольф Крамер

То, как воспринимается цвет пигментов, неразрывно связано со средствами и процессом нанесения. Это особенно актуально для эффектных пигментов, при оценке цвета которых необходимо учитывать эти факторы.

Эффектные пигменты, например интерференционные, могут изменять свою яркость и цвет в зависимости от освещения и угла наблюдения. Кроме того, цвет подложки также влияет на итоговый оттенок, воспринимаемый наблюдателем.

Как и цветные, эффектные пигменты присутствуют в покрытиях только в небольшом, а не в 100-процентном соотношении. По этой причине покрытия с эффектными пигментами более или менее прозрачны. Если эти краски наносят на цветную или серую подложку, цвет последней влияет на общее восприятие.

Для получения более точной информации по этому вопросу была проведена серия тестов, в ходе которых были охарактеризованы различные цвета грунтовки. Из колеровочной системы ремонтных лакокрасочных материалов одного производителя красок были выбраны 3 цвета (красный, красно-фиолетовый и зеленый). Кроме того, в программу тестирования были включены серые оттенки готовой грунтовки.

Эти 3 выбранных цвета смешивали с белым в следующих соотношениях цвет : белый — 100:0, 80:20, 60:40, 40:60 и 20:80. Затем эти смеси нанесли распылением на тестовые панели для испытаний (рис. 1).

При смешивании с белым следует учитывать, что цветовой градиент от исходного цвета к белому не является линейным. Красный становится краснее и ярче, красно-фиолетовый также становится намного красочнее и ярче. Первоначальные оттенки зеленого и синего становятся более насыщенными и яркими до определенного количества добавленного белого цвета, при дальнейшем увеличе-



Рис. 1. Для имитации цветных подложек были выбраны 3 готовые краски, которые смешивались с белым в определенных пропорциях

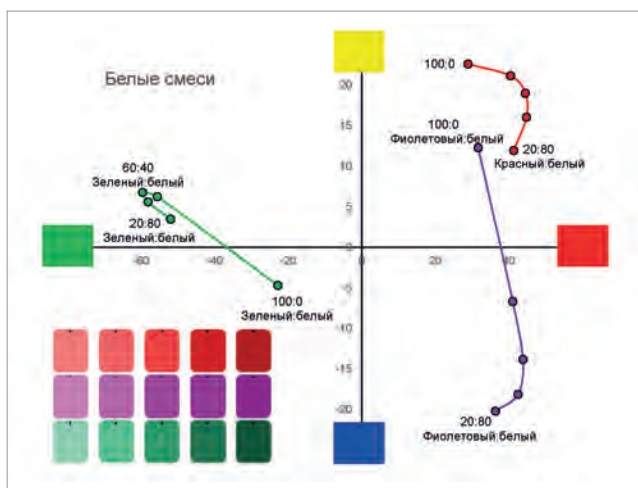


Рис. 2. Цветные пигменты не ведут себя идеально при смешивании с белым. У зеленых пигментов цветность увеличивается до поворотной точки, а затем уменьшается до белого. Красные и красно-фиолетовые пигменты меняют цвет

нии белого они теряют свою цветность, но продолжают увеличивать яркость (рис. 2).

Для оценки влияния цвета фона на общее цветовое восприятие были выбраны 3 стандартных цвета: желтый Fiat 258 Giallo Ginestra, красный Lucifer Red EKQ от Peugeot и блестящий фиолетовый VW LY4C от Volkswagen. Желтый и фиолетовый — это так называемые чистые цвета без эффектного пигмента, а красный Lucifer — это стандартный цвет с интерференционным пигментом.

К этому типу пигментов в основном относятся прозрачные пигменты, которые чередуют отражение и пропускание цвета: интерференционные пигменты состоят из материала-носителя, такого как натуральная или синтетическая слюда, покрытого слоем диоксида титана с высокой преломляющей способностью.

Когда белый свет попадает на интерференционный пигмент, он частично отражается от его поверхности. Остальная часть проходит через слой диоксида титана с преломлением. На границе между слоем диоксида титана и подложкой часть света снова отражается.

Эта часть и часть отраженного света сначала интерферируют друг с другом, т.е. определенные световые волны усиливаются или ослабляются. Результирующий цвет отражения зависит от толщины слоя диоксида титана. Он определяется продолжительностью производственного процесса. Цвет также зависит от угла освещения: чем он более пологий, тем больше цвет отражения смещается в сторону более коротких длин волн. Красный цвет переходит в желтоватый, желтый — в зеленоватый, а зеленый — в голубоватый.

Остальной свет проходит через пигмент и выходит с противоположной стороны. Полученный цвет пропускания дополняет цвет отражения. В случае белых интерференционных цветов оба цвета: отражения и пропускания — являются белыми, хотя этот белый цвет создается по-разному. При увеличении толщины слоя диоксида титана белый цвет меняется сначала на желтый, затем на красный, синий и, наконец, на зеленый.

С химической точки зрения эти интерференционные пигменты одинаковы, они отличаются только толщиной слоя диоксида титана. Интерференционные пигменты с покрытием из оксида железа или с алюминием в качестве основы непрозрачны или имеют очень слабую прозрачность, а следовательно, цвет не пропускают.

В большинстве случаев интерференционные пигменты смешивают с цветными, а часто и с алюминиевыми пигментами, чтобы сделать их доступными для производства серийных покрытий. В таких смесях их прозрачность

значительно снижается, но реакция на падающий свет сохраняется.

ИСПЫТАНИЯ С ЦВЕТНЫМИ ПОДЛОЖКАМИ

Для имитации цветного фона на металлические панели в 2 слоя нанесли базовые покрытия выбранных цветов и их смеси с белым, а сверху покрыли прозрачным лаком. Для достижения целей эксперимента базовые покрытия наносили до полной укрывистости черно-белой контрастной пластинки.

Затем все панели тестировали портативным колориметром, освещая панель с образцами под углом 45° и проводя измерения под углами -15° , 15° , 25° , 45° , 75° и 110° (рис. 3). Измеренные значения отображали в графическом виде для быстрого и удобного обзора и сравнения.

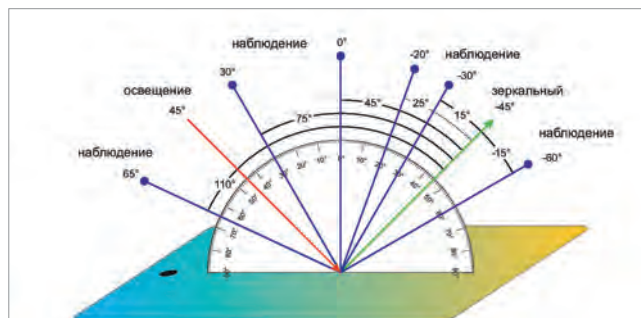


Рис. 3. Современные многоугловые приборы для определения цвета освещают образец под углом 45° и измеряют отражение под углами -15° , 15° , 25° , 45° , 75° и 110° от угла блеска

Эти геометрии, за исключением -15° от зеркального отражения, были впервые предложены в портативном многоугловом приборе в 1995 г. Они представляют собой произвольную компиляцию, основанную на некоторых виртуальных тестах на окрашенных объектах. Дополнительная геометрия при -15° была включена в стандартный тест ASTM E2539. Эта геометрия основана на моих многолетних экспериментах с интерференционными пигментами. Сегодня ее часто недооценивают и ее пригодность не очевидна. Из-за световой инверсии геометрия $45^\circ/as -15^\circ$ (угол освещения/угол отклонения от угла блеска = as) соответствует геометрии $60^\circ/as 15^\circ$.

В случае цветных интерференционных пигментов соединительная линия между $45^\circ/as -15^\circ$ и $45^\circ/as 15^\circ$ делает изгиб против часовой стрелки на диаграмме a^*b^* от линии $45^\circ/as$

-15° до 45°/as -110°. Алюминиевые и белые интерференционные пигменты не демонстрируют такого поведения — их соединительная линия лежит в продолжении линии соотношения сторон.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Кривые отражения были построены для различных геометрий измерений, при этом особое внимание уделялось значениям отражения для геометрии 45°/as 15°, близкой к гляncу. Эти значения отражают оптические свойства и помогают понять, почему изменяется цвет. Они представлены на графиках в диапазоне от 400 до 700 нм.

Цветовые отклонения в зависимости от цвета подложки могут быть представлены значениями цветов на диаграмме a^*b^* , где по оси a^* отмечены красно-зеленые оттенки, а по оси b^* — желто-синие. Они также служат основой для расчета разницы ΔE , которая в данном случае относится к значениям $L^*a^*b^*$ на диаграмме и геометрии под углами 15° и 45°. На графике отображаются и сопоставляются значения ΔE .

Индексы флопа также были рассчитаны на основе значений $L^*a^*b^*$. Они сильно зависят от материала покрытия и способа его нанесения. Поскольку в этих испытаниях оба параметра были постоянными, индексы должны хорошо отражать свойства флопа. Индексы флопа рассчитывались как $Flop_{110}$ со значениями яркости под углами 15°, 45° и 110° и как $Flop_{75}$ под углами 25°, 45° и 75°. В каждом случае показаны отклонения от исходных показателей флопа.

Peugeot EQQ на красном

Если краска прозрачная, как, например, Peugeot Lucifer Red в нашем примере, она работает как цветной фильтр для падающего белого света. В данном случае Lucifer Red пропускает красный свет. Этот красный свет попадает на фон. Если он белый, то красный свет почти полностью отражается. В сочетании с красным светом, отраженным от поверхности Lucifer Red, он усиливает красный свет (рис. 4).

Однако если фон не белый, а красный, важен именно красный цвет: если он не полно-



Рис. 4. Образцы Peugeot EQQ, нанесенные на разные цвета фона

стью совпадает с красным цветом Lucifer, происходит цветовой сдвиг. Красный цвет, отраженный от красного фона, отличается от красного цвета Lucifer. Белая смесь фона также отличается от красного цвета Lucifer Red.

Например, величины отражения Lucifer Red от смесей с белым 80:20 и 20:80 имеют более высокие значения в красном диапазоне спектра. Здесь хорошо видно влияние цвета фона (рис. 5).

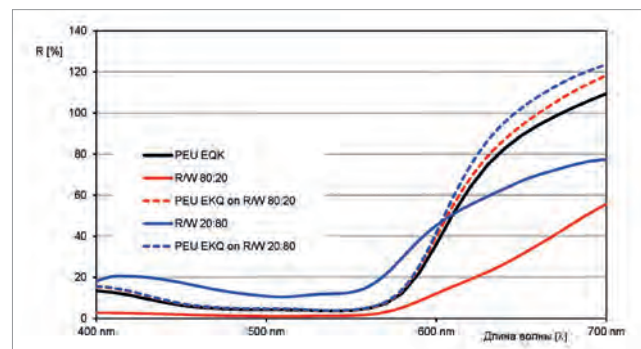


Рис. 5. Кривые отражения Peugeot на красных цветах фона

Цветовые значения a^*b^* также не показывают хорошего соответствия оригиналу для этих красных фонов (рис. 6). Отклонения ΔE соответственно высоки. Влияние цвета фона также заметно в обоих флоп-индексах $Flop_{110}$ и $Flop_{75}$.

Peugeot на красно-фиолетовом

Красно-фиолетовый цвет имеет в отражении синюю составляющую. Кривые отражения этих фонов смещены своими плато в более длинноволновый диапазон спектра. Поэтому в этом диапазоне они могут отражать красный цвет Lucifer Red менее сильно (рис. 7).

Как и в случае с красными фонами, значения цветов также отклоняются от оригинала, хотя

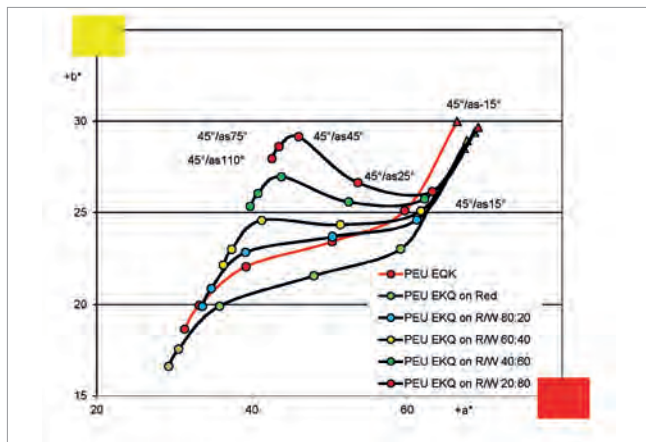


Рис. 6. Значения цвета a^*b^* от $45^\circ/as -15^\circ$ до $45^\circ/as 110^\circ$ на красном фоне

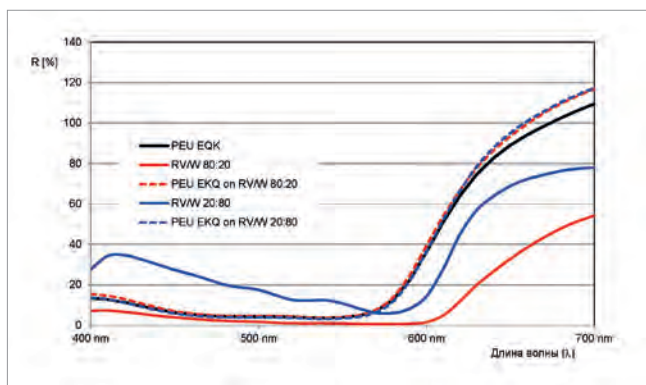


Рис. 7. Peugeot Lucifer Red на красно-фиолетовом фоне

эти отклонения меньше, чем для красных фонов.

Возможны различные интерпретации значений $\Delta Flop_{110}$ и $\Delta Flop_{75}$, которые не позволяют выявить единую зависимость от цвета фона.

В целом, эти тестовые образцы также не показывают хорошего соответствия оригиналу.

Peugeot на зеленом

Зеленый цвет имеет максимум отражения в зеленом спектральном диапазоне. По обе стороны от этого максимума значения отражения почти одинаково высоки.

Если красный свет от Peugeot Lucifer Red попадает на этот зеленый цвет, то в зеленом и синем спектральном диапазоне красный свет отражаться не будет. В красном спектральном диапазоне свет выглядит как серый и отражается равномерно (рис. 8).

Цветовые значения a^*b^* хорошо согласуются друг с другом. В частности, в области,

близкой к гляцу, они очень точно повторяют значения оригинального цвета (рис. 9). В результате цветовые различия ΔE также наименьшие для зеленых фонов (рис. 10).

Показатели $\Delta Flop_{110}$ и $\Delta Flop_{75}$ демонстрируют отличные результаты по сравнению с результатами, полученными на красном и красно-

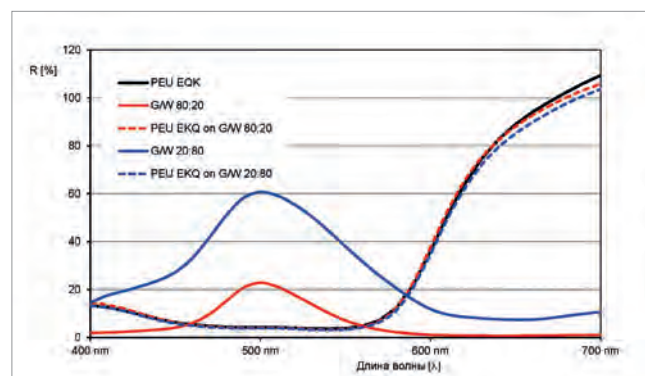


Рис. 8. Peugeot KG на зеленом фоне 80:20 и 20:80 и в сравнении с этими смесями

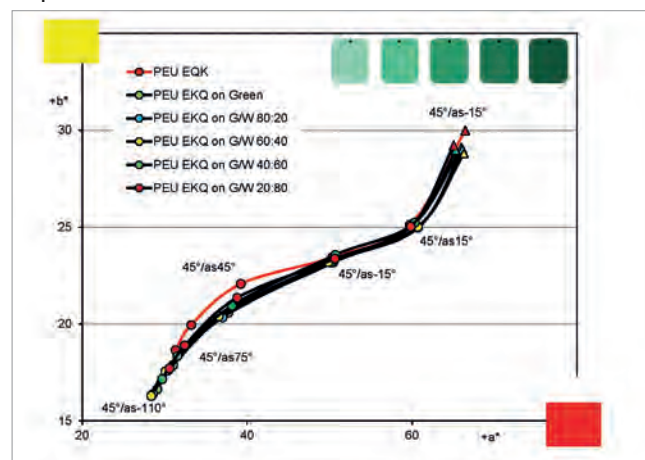


Рис. 9. Цветовые значения a^*b^* нанесенного на зеленый фон покрытия практически не имеют отклонений от оригинала

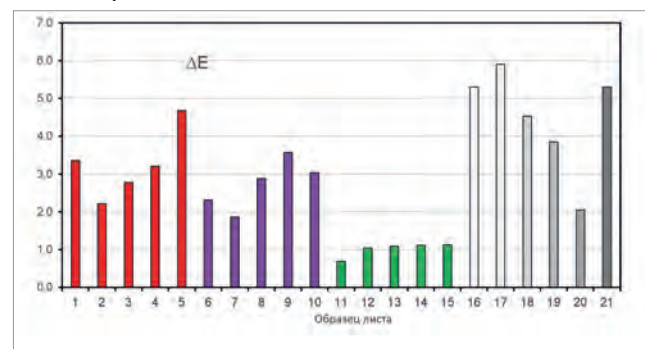


Рис. 10. Сравнение цветовых отклонений ΔE . Цветовые отклонения на зеленом фоне имеют наименьшие отклонения

фиолетовом фоне. Значения ΔF_{lor} лучше всего согласуются с оригиналом особенно для смеси зеленого и белого при соотношении 20:80 (рис. 11, 12).

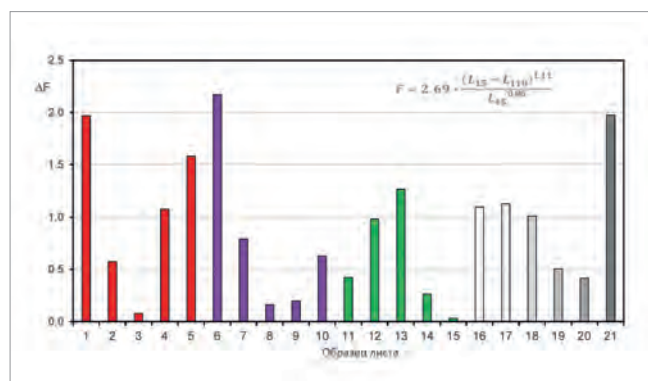


Рис. 11. Отклонения флопов от флопа эталона. Здесь представлены значения флопа по отношению к яркости при углах 15°, 45° и 110° от угла глянца

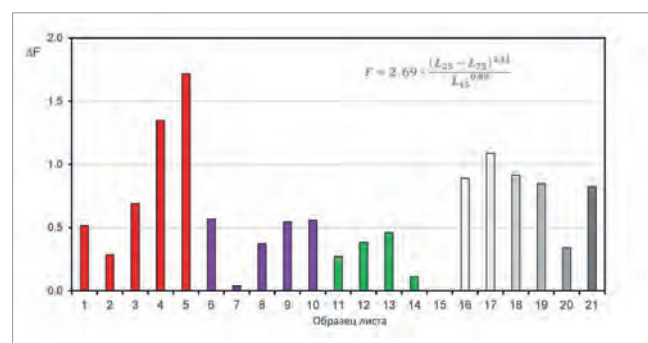


Рис. 12. Отклонения флопов от флопа эталона. Здесь приведены значения флопа в зависимости от яркости при углах 25°, 45° и 75° от угла глянца

Вывод о том, что зеленые фоновые цвета лучше подходят для окрашивания в красный цвет, чем красные или красно-фиолетовые, на первый взгляд может показаться необычным, даже сбивающим с толку. Однако если взять за основу оптические свойства, такое поведение становится понятным.

Peugeot на сером фоне

Хотя серый фон был бы идеальным решением, между оттенками серого тоже есть явные различия. Производитель краски использует различные оттенки серого, чтобы привести полученный цвет в соответствие с исходным. Менее светлые оттенки серого, как правило, имеют голубоватый оттенок, о чем свидетельствуют их кривые отражения.

Цветовые оттенки окрашенных панелей также отличаются от оригинала. Несмотря на различную яркость серых грунтовок яркость L^* окрашенных панелей остается неизменной. На диаграмме a^*b^* видны отклонения от оригинала, особенно в геометрии измерения, далекой от глянца.

По сравнению с покрытиями на красной, красно-фиолетовой и зеленой подложках они демонстрируют наибольшие отклонения ΔE (рис. 12). Отклонения в индексах флопа постоянны. Наилучших значений достигает серый 05, что также видно по его кривым отражения вблизи от области блеска.

РЕЗЮМЕ

Успешная корректировка цвета всегда связана с общим цветовым впечатлением. Оно складывается из используемой системы окраски. Помимо материала (краски) и способа нанесения, при использовании прозрачных или полупрозрачных красок важную роль играет цвет подложки. Чтобы избежать нежелательного изменения цвета из-за оттенка грунтовки, необходимо тщательно спланировать процесс, а также рекомендуется сделать пробные распыления разных цветов на подложку, чтобы убедиться, что результат вас устроит.

Световые лучи, проходя через пигменты и красители, попадают на сетчатку глаз и вызывают реакцию, которую мозг преобразует в цвет. Особенно важно обратить внимание на значения и кривые отражения. Они могут дать ценную информацию об оптических свойствах красок и лаков.

Сведения об авторе:

Вернер Рудольф Крамер — химик, внештатный консультант. Его специализация — интерференционные пигменты и их цветовые измерения. Его новая книга об интерференционных пигментах скоро будет опубликована на английском языке. 💧

Контактные данные:

info@wrcramer.de

http://www.wrcramer.de/index_ru.html