

ИСКРИСТОСТЬ И ФЛОП — ДВА ВОСПРИЯТИЯ

Вернер Рудольф Крамер (Werner Rudolf Cramer)¹, Вольф Мориц Крамер (Wolf Moritz Cramer)²

¹ www.wrcramer.de, info@wrcramer.de

² www.wolfmoritzcramer.de, mail@wolfmoritzcramer.de



Эффектные пигменты используют во многих автомобильных покрытиях. Обычно это алюминиевые или интерференционные пигменты: они меняют свой внешний вид в зависимости от угла освещения и наблюдения. Хотя колориметрические измерения значений отражения и перевод их в значения CIELAB позволяют проводить точный анализ, параметры восприятия имеют свои ограничения при определении искристости и флопа, и ниже эти ограничения обсуждаются.

В отношении обоих феноменов восприятия следует отметить, что при визуальном осмотре образца (размером с открытку) существует разница в углах наблюдения от 15°

до 20° между его верхними и нижними границами. Эта разница больше, чем разница между первыми двумя углами зеркального отражения 15° и 25°, которую показывают приборы.

Еще одно различие между визуальной и инструментальной оценкой заключается в том, что визуальная оценка предполагает осмотр всего образца, тогда как инструментальная измеряет только небольшую точку. Чтобы устранить это несоответствие, мы разработали GonioViewer, который позволяет вести визуальное наблюдение в том же масштабе, что и прибор. Тем не менее разница при сравнении визуальных наблюдений искристости и флоп-эффекта с результатами инструментальных измерений присутствует.

ИСКРИСТОСТЬ

Когда в 2000 г. немецкий производитель Merck представил новый белый интерференционный пигмент, автомобильные дизайнеры с энтузиазмом отнеслись к этому «белому металлику». Однако это был не «металлический» пигмент, а обычный прозрачный интерференционный пигмент на основе глинозема (оксида алюминия). Как и другие прозрачные интерференционные пигменты, эти пигменты покрыты диоксидом титана или оксидом железа. В то время знания о колориметрической оценке интерференционных пигментов были очень ограничены, поскольку первый портативный многоугловой прибор появился всего за 5 лет до этого, поэтому дизайнеры не смогли отличить этот новый продукт от других интерференционных пигментов.

Данный пигмент демонстрировал явление, известное как искристость. Подобно танцующим бликам света на беспокойной поверхности воды, отдельные частицы пигмента сверкали. В отличие от аналогичных интерференционных пигментов, таких как XillaMaya Crystal Silver китайского производителя Kunsai, белый пигмент Merck состоит из зеленого и красного пигментов, поэтому игра цветов между красными и зелеными частицами пигмента отчетливо видна.

В 2008 г. ASTM (Американское общество по испытаниям материалов) разработало стандартный метод E2539 для измерения интерференционных пигментов. Он предписывал использование второго источника света и дополнительных углов измерения от угла отражения. В это же время компания BYK Gardner выпустила новый многоугловой прибор BYKmac с освещением под углом 45° и шестью углами измерения от угла зеркального отражения. Кроме того, испытуемый образец освещался под тремя углами (15°, -45° и -75°) для получения черно-белых фотографий в нормальном положении. BYK рассчитывает параметры зернистости по фотографиям.

X-Rite MA-T12 также рассчитывает параметры зернистости аналогично 3nh MS3012, измеряя значения под углом 15°. Оба устройства работают по принципу инверсии света, поэтому освещение и измерение реверсируют.

Искристость не является физической величиной и не имеет единиц измерения. Первоначальная эйфория теперь утихла, поскольку полученное значение действительно только для рассматриваемого образца и не может быть перенесено на другие.

На значения искристости, определяемые для одного и того же пигмента, влияют различные параметры. Современные автомобильные краски состоят из комбинации базового слоя, содержащего пигменты, и верхнего прозрачного слоя лака, защищающего базовый слой. Прозрачный слой смешивается с отвердителем и разбавителем до готовности к распылению. Этот процесс используется как в серийном производстве, так и при ремонтной окраске.

Пример 1. Один и тот же базовый слой с различными матовыми финишными прозрачными слоями

Сначала Xirallic Galaxy Blue смешали с двумя абсорбирующими синими пигментами и одним черным пигментом. Этот базовый слой нанесли на 6 металлических листов (размером с открытку). Матовый и полуматовый прозрачные покрытия выбирали из линейки красок PPG и смешивали в соответствии с инструкцией для получения матового оттенка. Затем их наносили на пластинки.

Таблица 1. Сравнение прозрачных финишных покрытий, нанесенных на одно и то же базовое покрытие с интерференционным пигментом Galaxy Blue

Образец		Полуглянцевый (D8115), %	Матовый (D8117), %
x0601	Galaxy Blue + CC (глянцевый)	0	0
x0606	Galaxy Blue + FC05	0	100
x0605	Galaxy Blue + FC05	30	70
x0604	Galaxy Blue + FC05	50	50
x0603	Galaxy Blue + FC05	70	30
x0602	Galaxy Blue + FC05	100	0

Образцы отсортировали по степени матирования, они представлены в таблицах и диаграммах (x0601–x0606...–x0602); значения искристости см. в *таблице 1*.

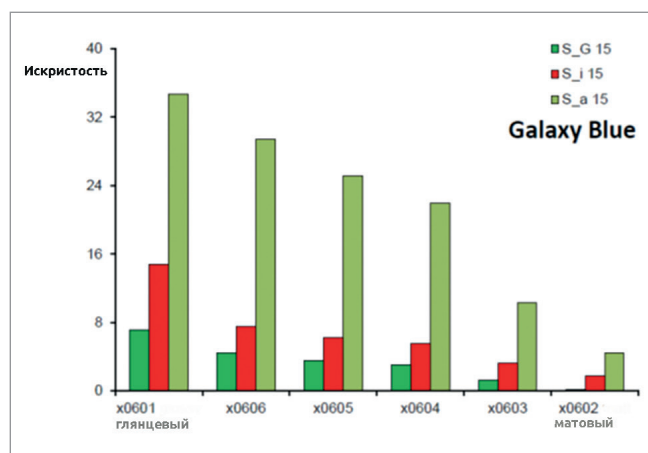


Рис. 1. Один и тот же интерференционный пигмент в базовом покрытии с разными прозрачными покрытиями: искристость меняется от глянцевой до матовой

На диаграмме (*рис. 1*) показаны различия в показателях S_G15 (степень искристости), S_a15 (площадь искристости под углом 15°) и S_i15 (интенсивность искристости под углом 15°), хотя для всех образцов с одинаковым базовым слоем различий быть не должно.

Пример 2. Одинаковая базовая краска, прозрачный лак с различными отвердителями и разбавителями

На 7 пластин распыляли одну и ту же базовую краску, пигментная формула которой соответствовала формуле цвета BMW Frozen Blue. В *табл. 2* показаны смеси матового и

Таблица 2. Корректировка прозрачных покрытий с помощью различных отвердителей и разбавителей, нанесенных на базовые покрытия Frozen Blue

Образец	Матовость : глянец	Отвердитель	Разбавитель
x0516	70:30	30–40	Медленно испаряемый
x0517	75:25	30–40	Медленно испаряемый
x0518	80:20	30–40	Медленно испаряемый
x0519	75:25	30–40	Быстро испаряемый
x0520	70:30	10–20	Медленно испаряемый
x0521	75:25	10–20	Быстро испаряемый
x0522	Глянцевый	30–40	Медленно испаряемый

прозрачного лака, а также добавки отвердителя и разбавителя. Диаграммы (*рис. 2 и 3*) показывают зависимость параметров искристости от добавленных отвердителя и разбавителя, хотя они должны быть одинаковыми из-за одинаковой базовой краски Frozen Blue, но на них может влиять добавление различных отвердителей и разбавителей.

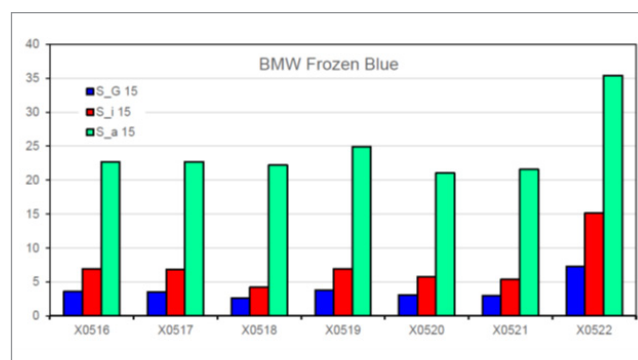


Рис. 2. Одно и то же базовое покрытие с разными прозрачными финишными покрытиями: отвердитель и разбавитель в прозрачном покрытии влияют на искристость

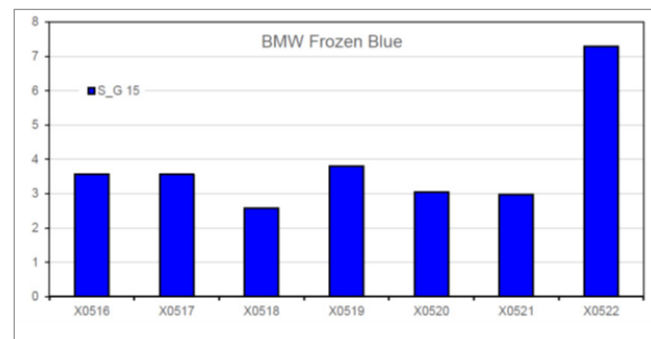


Рис. 3. Степень искристости S_G 15°: на это значение влияет состав прозрачного покрытия

Пример 3. Различные направления измерений

Базовую краску с Xirallic Galaxy Blue с алюминием и цветным пигментом нанесли на панели и покрыли прозрачным лаком. Для определения искристости измерительный прибор был повернут на 90° (рис. 4).

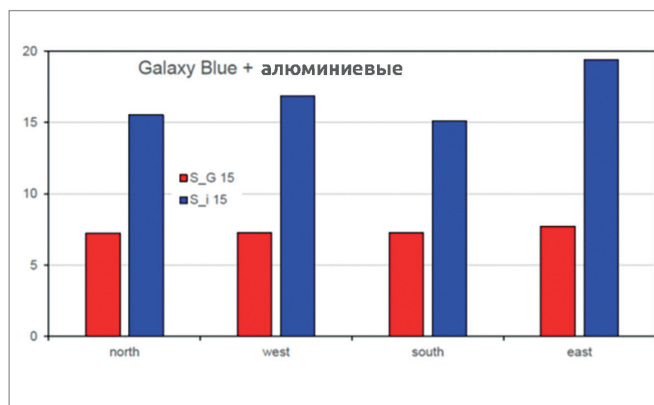


Рис. 4. Если повернуть измерительный прибор на 90°, на панели будут отображаться другие значения искристости

На диаграмме (см. рис. 4) показана зависимость от положения измерительного прибора. Поскольку ВУК освещает обе стороны нормали (15°, -45° и -75°), необходимо точное позиционирование. Исследования, изучающие достаточность и достоверность такого набора углов, отсутствуют. Нам представляется более разумным набор с освещением под углами 15°, 30° и 60°.

С помощью GonioViewer06 можно проверить искристость при различных геометрических условиях по обе стороны нормали (рис. 5).

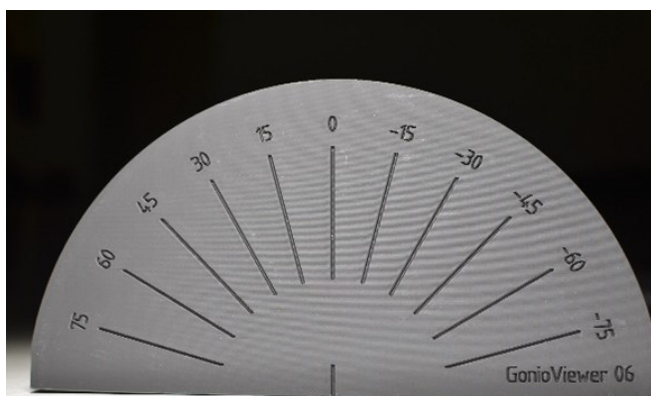


Рис. 5. GonioViewer 06 имеет 5 углов освещения с обеих сторон от нормали. Наблюдения проводятся в направлении нормали



Пример 4. Искристость в однотонных покрытиях без эффектных пигментов

В однотонных покрытиях (только цветные пигменты) с помощью ВУКмас или X-Rite MA-T12 параметры искристости также определяются. С помощью X-Rite MA-T12 значения, определяемые для степеней искристости, отличаются, но присутствуют. Здесь, как и для зернистости, значения не должны генерироваться (рис. 6).

Результаты ВУКмас показывают значительное снижение параметров сразу после добавления белого пигмента.

Пример 5. Одинаковая искристость, другой цвет

Определенные значения искристости применимы только к соответствующему выкрасу. Эти значения не относятся к конкретному пигменту и, следовательно, не могут быть перенесены на другие выкрасы с тем же эффектным пигментом.

При обращении к нашей базе данных мы обнаружили смеси с одинаковым параметром искристости, но с разными пигментами. В одном примере показан Xirallic Galaxy Blue с алюминием, во втором — с цветным пигментом solid_2, а в третьем — без него.

Во втором примере показаны результаты для Pearlblue с алюминием и solid_2 в сравнении с Galaxy Blue и solid_2: одинаковые параметры для степени искристости Sg и схожие для площади искристости Sa и интенсивности искристости Si. Оба примера демонстрируют низкую информативность параметров искристости (рис. 7).

Рис. 6. Однотонные покрытия без эффектных пигментов также могут иметь показатели искристости (степень искристости)

Образец	Дата	Источник	Версия	Зернистость	Искристость (яркость и контрастность)	Искристость (асимметрия)	Искристость (блик)	Параметры цвета	Искристость базовой краски (яркость и контрастность)	Искристость базовой краски (асимметрия)	Искристость базовой краски цвета (блик)	Искристость (по всем каналам)
Зеленый 3:1	2024_12_11	г15as15	Версия 5.1	0,91	1,67	2,10	3,32	17,62	2,05	2,44	3,44	3,51
Желтый	2024_12_11	г15as15	Версия 5.1	0,42	0,04	1,22	1,04	4,33	0,06	0,81	0,72	1,22
Красный	2024_12_11	г15as15	Версия 5.1	1,00	1,62	1,54	2,85	2,73	0,79	0,76	1,21	2,46
Зеленый 10:1	2024_12_11	г15as15	Версия 5.1	0,94	1,29	2,03	2,69	15,31	1,58	2,22	2,74	2,76
Белый	2024_12_11	г15as15	Версия 5.1	0,34	0,06	2,14	1,14	8,24	0,11	1,69	1,05	1,20
Светло-серый	2024_12_11	г15as15	Версия 5.1	0,19	0,14	1,94	1,00	7,67	0,21	1,52	0,92	1,17
Темно-серый	2024_12_11	г15as15	Версия 5.1	0,42	0,86	2,09	2,56	15,48	1,17	2,28	2,65	2,51
Черный	2024_12_11	г15as15	Версия 5.1	2,15	7,06	1,60	7,72	15,89	5,75	1,89	6,15	7,74
x1185	2024_12_11	г15as15	Версия 5.1	0,25	0,00	0,05	0,00	1,97	0,00	0,05	0,00	0,39

Рис. 7. Различные виды пигментного наполнения имеют одинаковые показатели искристости

Одинаковая искристость												
91226	15.04.03	55-Xirallc Galaxy Blue	10	0,27	solid_2	90	2,38					
91253	15.04.03	55-Xirallc Galaxy Blue	20	0,54	55-silver	20	0,56	solid_2	60			
образец	Флоп	S_G 15	S_i 15	S_a 15								
91226	9,74	6,58	20,10	22,14								
91253	23,09	6,58	13,56	32,76								
91040	26.02.03	55-Pearl Blue	30	0,81	55-silver	10	0,28	solid_2	60			1,59
91236	15.4.03	55-Xirallc Galaxy Blue	98	2,65	solid_2	2	0,05					
образец	Флоп	S_G 15	S_i 15	S_a 15								
91040	22,74	6,97	14,99	32,84								
91236	19,00	6,97	15,81	31,21								

Искристость — это феномен восприятия, а не физическая величина. Она зависит от многих факторов, как мы уже продемонстрировали на примерах. Для специалистов по краскам, которым поручено воспроизводить цвета автомобилей, сложность заключается еще и в том, что параметры искристости увеличиваются при снижении концентрации Crystal Silver. Искристость алюминиевого пигмента увеличивается при увеличении концентрации, т.е. он ведет себя противоположным образом. Автомобильные краски содержат 4–8 пигментов, взаимодействие которых необходимо учитывать. Это представляет особую сложность при воспроизведении цвета с помощью Crystal Silver.

Изначально определение искристости было введено только для Xirallic Crystal Silver. Пользователи приборов применяли этот метод ко всем краскам с эффектными пигментами, не заботясь о более точном отображении и методе. Представленные здесь критические замечания относятся ко всем приборам и к формуле BRDF.

Вольф Мориц Крамер представил интересный пиксельный расчет на конференции ASTM в Атланте в 2012 г. Пиксели фотографии переносятся на сетку с заданными расстояниями.

ФЛОП

Еще один феномен восприятия — флоп. В эффектных пигментах он отражает разницу между впечатлениями, полученными в результате наблюдений вблизи и вдали от глянцевої поверхности.

В 1980-х годах резко вырос интерес к металлическим оттенкам, а вместе с ним увеличилась популярность автомобилей с такими оттенками.

В те времена производители красок искали способы, чтобы можно зафиксировать и описать эффект этих металлических оттенков. Ранее цвета измеряли с помощью направленного освещения и последующего наблюдения или сферической геометрии. Однако оба метода оказались неэффективными для оценки цветов с таким эффектом.

Поэтому в конце 1980-х годов компания DuPont разработала многоугловое устройство под названием DuPontmac для внутреннего использования. Это устройство освещало поверхность под углом 45° и измеряло под углами 15°, 45° и 110° от соответствующего угла зеркального отражения. Эта комбинация определялась на основе визуальных испытаний банок и бочек, окрашенных металликами.

Дэвид Х. Альтман из DuPont разработал формулу для расчета значения флопа на основе значений яркости этих геометрий. Он вычел яркость геометрии с низким блеском при 110° из яркости геометрии с высоким блеском при 15° и разделил результат на значение средней геометрии при 45°. Он также ввел дополнительные параметры для корректировки значения флопа.

В то же время немецкий производитель оптики Zeiss разработал многоугловой прибор с освещением под углом 45° и углами измерения 25°, 45° и 75° от угла зеркального блеска. На основе значений яркости для этих геометрий компания Zeiss также ввела показатель флопа.

В то время, в конце 1980-х годов, знания о показателях флопа, их основах и причинах были очень ограниченными. Сегодня в лабораториях повсеместно используются корректоры флопа и другие вспомогательные средства.

Пример 6. Корректор флопа

В автомобильной промышленности цвета и эффекты часто приходится воспроизводить по шаблону. Если воспроизводимый цвет слишком светлый в области отражения и близок к глянцевому, его можно сделать темнее с помощью подходящих связующих. Однако следует учитывать, что при этом также увеличивается светлость углов далёких от отражения. Расчетный показатель флопа уменьшается, так как уменьшается разница между светлостью в области отражения и светлостью в области других углов (рис. 8). Корректор флопа обычно влияет на яркость в широком диапазоне углов обзора. В большинстве случаев светлость снижается вблизи глянце-

вой поверхности и увеличивается под углами, далекими от глянцевой поверхности.

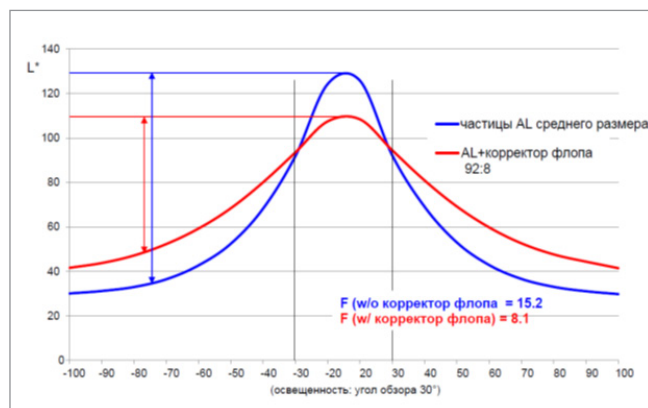


Рис. 8. Корректор флопа снижает светлость вблизи угла зеркального отражения, но увеличивает ее вдали от него

Пример 7. Черный пигмент

Для автомобильной и других промышленных отраслей доступны различные виды технического углерода. Условно их можно разделить на голубоватый и коричневатый чёрный пигмент. Оба эти пигмента можно использовать в качестве корректоров флопа, возможно, даже взаимозаменяемо: при использовании обоих пигментов светлость в области отражения значительно меняется, в то время как в области за отражением такое влияние гораздо ниже (рис. 9).

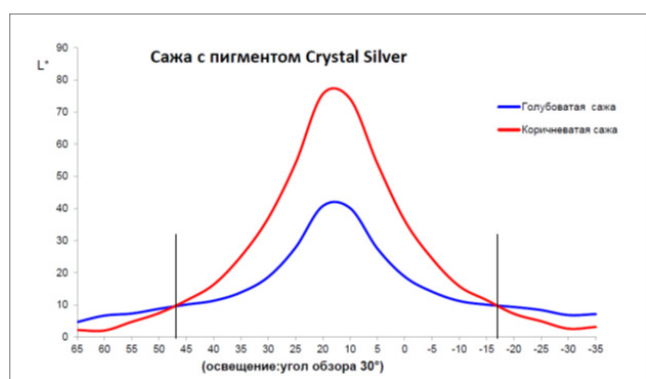


Рис. 9. При замене технического углерода светлость вблизи угла зеркального отражения снижается, вдали от него она остается почти такой же

Пример 8. Влияние подложки

При использовании прозрачных интерференционных пигментов цвет подложки влияет на общее цветовое восприятие.

В представленных здесь тестах на пластинки предварительно наносили пастельные цвета, затем было нанесено одно и то же базовое покрытие с белым интерференционным пигментом Crystal Silver, поверх которого нанесли прозрачный лак.

При использовании Crystal Silver на желтой подложке разница между светлотой вблизи угла зеркально отражения и светлотой вдали от него меньше, чем при использовании других цветов (рис. 10). Это также уменьшает флоп. На флоп еще влияет выбор черной или белой подложки. В этом случае флопом Crystal Silver можно управлять, регулируя цвет подложки. Флоп значительно больше на черной подложке.

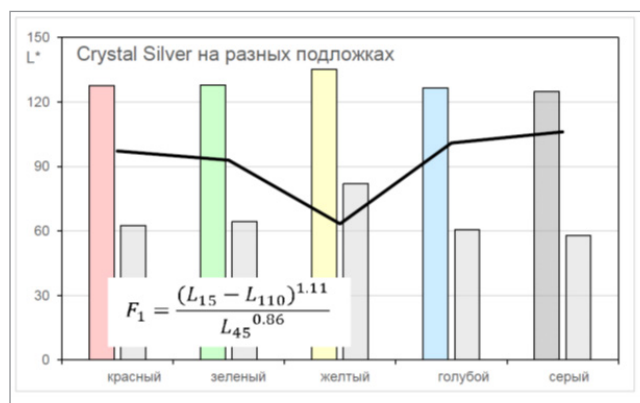


Рис. 10. Один и тот же интерференционный пигмент на разных цветах подложки ведет себя по-разному. Черная линия обозначает значения флопа

РЕЗЮМЕ

На восприятие искристости и флопа могут влиять различные факторы. В обоих случаях заданные параметры применимы только к соответствующему образцу и не могут быть перенесены на образцы с другим набором базовых пигментов. Если, например, производитель лакокрасочных материалов хочет воспроизвести цвет автоэмали с эффектным пигментом, важнейшим условием успешного воспроизведения является правильная идентификация эффектных пигментов, создающих соответствующий эффект на имеющемся образце. Показатель блеска или матовости здесь мало поможет. 💧