

Бочаров Г.Г.

заместитель директора ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России

Хатунцева О.В.

старший эксперт ЛКЭМВИ ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРТАТИВНОГО МНОГОУГЛОВОГО СПЕКТРОФОТОМЕТРА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ

В статье представлен алгоритм решения вопроса о наличии дефекта лакокрасочного покрытия автомобилей в виде разнооттеночности ремонтных элементов кузова по отношению к заводским и основные сведения о приборе ВУК-мас COLOR и программной базе, которые используются в РФЦСЭ. Практика использования указанного прибора и проведенные с его помощью экспертизы показали эффективность использования спектрофотометра ВУК-мас COLOR в экспертной практике.

Ключевые слова: разнооттеночность, разнотон, спектрофотометр, лакокрасочное покрытие, дефект.

Bocharov Gennady

Deputy Director of Russian Federal Center of Forensic Science of the Ministry of Justice of the Russian Federation

Khatunceva Olga

Senior Expert of Russian Federal Center of Forensic Science of the Ministry of Justice of the Russian Federation

USING A PORTABLE MULTI-ANGLE SPECTROPHOTOMETER IN THE FORENSIC ANALYSIS OF PAINTS AND COATINGS

In this paper, an algorithm for solving the question of the presence of a defect color difference repair body elements with respect to the factory this issue and the basic information about the device ВУК-мас COLOR and software-based, which are used in RFCFS. The practice of using the device in question and conducted with the help of his means of examination, and the virtual absence of call experts to testify in court in sug- gestive explanations on the study showed the effectiveness of using a spectrophotometer ВУК-мас COLOR.

Keywords: color variation, color difference, spectrophotometer, defect.

Лакокрасочное покрытие (ЛКП) становится все более значимым признаком, по которому различаются типы автомобилей. Появляется все больше необычных расцветок автомобилей.

Несмотря на то что сейчас при окраске автомобилей в заводских условиях и автомастерских используются современные технологии лакокрасочных работ, нельзя полностью исключить ошибки при их проведении. Даже при работе с материалом высшего сегмента, с применением новейшего оборудования и при самой эффективной и прогрессивной организации производства в процессе работы могут возникать дефекты, одним из которых является дефект ЛКП в виде разнотона (разнооттеночности), достаточно часто встречающийся в последнее время в экспертной практике.

Согласно ГОСТ 9.072-77 разнооттеночность – это неоднородность цвета лакокрасочного покрытия.

Обнаружение (выявление) данного дефекта только визуальным методом без применения специального оборудования достаточно затруднительно. Основные характеристики цвета исследуемых лакокрасочных покрытий и лакокрасочных материалов, такие как цветовой тон, насыщенность и светлота, определяются путем измерения с помощью специального оборудования, в том числе портативного многоугольного спектрофотометра ВУК-мас COLOR (производство: компания ВУК-Gardner, Германия).

Настоящая статья посвящена особенностям определения дефекта в виде разнотона на элементах кузова автомобилей, которые подвергались ремонтно-восстановительным работам и были окрашены в условиях сервиса (не в заводских условиях).

Согласно принятой системе измерения цвета в координатах $L^*a^*b^*$ (рис. 1) цвет окрашенной поверхности может быть разложен на три составляющие – координаты по осям L^* , a^* , b^* . Спектрофотометром производится измерение цвета в заданной области и разложение его на три величины L^* , a^* , b^* .

В связи с тем, что в распоряжение эксперта не могут быть предоставлены значения L^* , a^* , b^* , которые характеризуют заводское ЛКП и относительно которых необходимо определить различие параметров L^* , a^* , b^* окрашиваемой поверхности, то исследование по определению разнооттеночности проводится следующим образом.

На автомобиле определяется деталь кузова, которая не подвергалась перекраске, и ЛКП данной детали принимается за заводской стандарт. При этом важно понимать, что ЛКП «заводской» детали не исследуется на соответствие цвета «заводским» параметрам, в связи с тем, что данная задача перед экспертом не поставлена. Далее производится замер цвета ЛКП на ремонтных деталях и разложение этого цвета, так же как и заводского, на параметры в системе L^* , a^* , b^* .

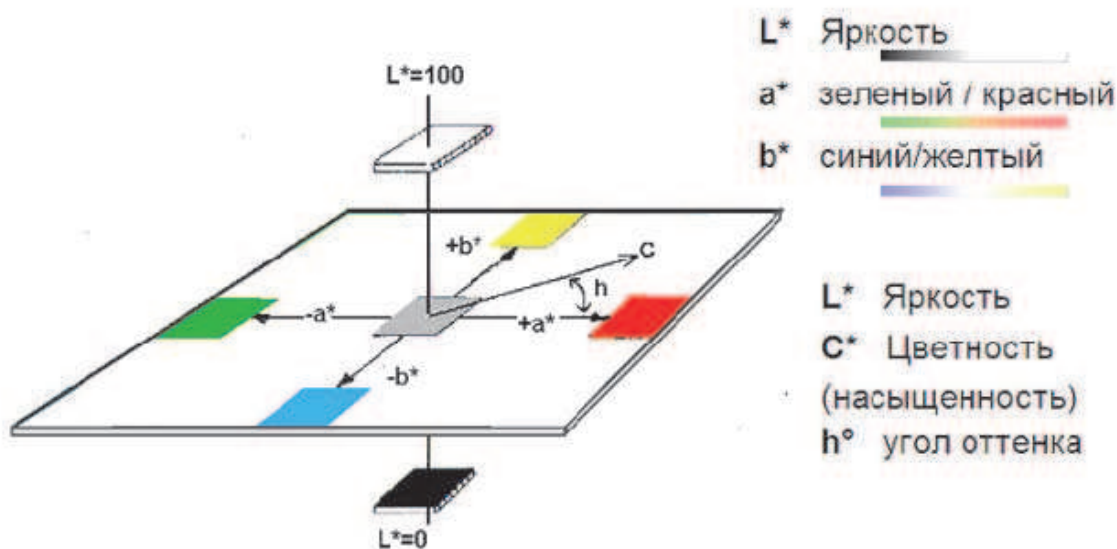


Рис. 1. Схематическое изображение трехмерной цветовой шкалы системы $L^*a^*b^*$

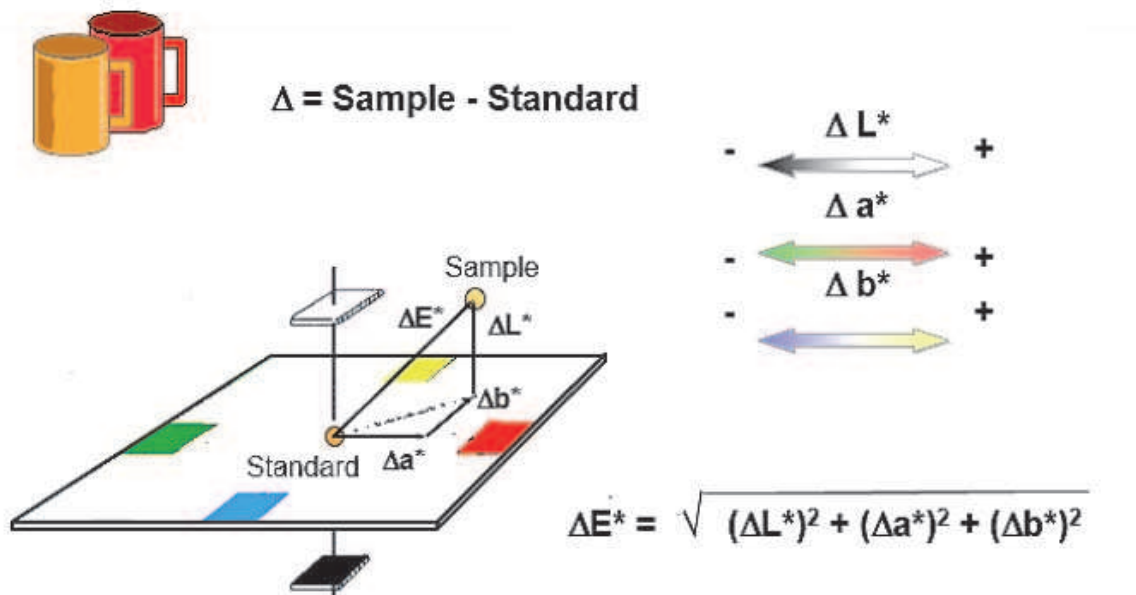


Рис. 2. Схематическое изображение определения разницы цвета стандарта и образца в системе $L^*a^*b^*$ и вычисление параметра ΔE^*

После того как были определены цвета ремонтной и заводской деталей, спектрофотометром в автоматическом режиме вычисляется параметр ΔE^* как квадратный корень из суммы квадратов трех параметров L^* , a^* , b^* (рис. 2).

На рисунке 2 приведена упрощенная схема определения разницы цвета двух предметов – окрашенных глиняных кружек. При этом в центральной части системы измерения расположен именно стандартный цвет, все остальные измерения соотносятся со стандартом.

В связи с тем, что деталь автомобиля окрашивается в один прием, то достаточно проводить измерение в двух-трех точках с контролированием полученных результатов. Спектрофотометр ВУК-мас COLOR выводит на монитор таблицу с замеренными данными и полученной разницей ΔE^* , поэтому сразу после проведения замера можно оценить предварительные результаты.

При работе со спектрофотометром необходимо соблюдать температурные условия проведения измерения и степень кривизны детали, так как зачастую на детали автомобиля сложно найти идеально ровную поверхность. Несмотря на то что в настройках спектрофотометра имеется возможность отключения контроля плоскостности поверхности, необходимо попытаться найти небольшую (около 50x50 мм) относительно ровную площадку и на ней произвести замер.

Полученные при измерении результаты оцениваются и обрабатываются специализированной программой Smart-chart, разработанной именно для данного спектрофотометра. Помимо сведения всех полученных результатов измерения в таблицу программа позволяет создать для каждой модели автомобиля алгоритм измерения по определенным точкам кузова. Данный алгоритм позволяет при проведении замеров не фиксировать на бумаге места измерений, а по указаниям на мониторе спектрофотометра проводить замеры на определенных элементах кузова.

Выбор спектрофотометра ВУК-мас COLOR для нужд экспертов был сделан случайно: он достаточно легок в освоении, не требует специальной подготовки и долгого обучения (достаточно знаний по основам разложения цветов), а также мобилен и может быть использован на выездах экспертов на осмотр объектов. Кроме того, данный вид оборудования используется многими мировыми автопроизводителями для контроля своей продукции на этапе приемки. В спектрофотометре имеются стандарты, по которым измеряется величина разнотона для различных мировых производителей, поэтому, при предоставлении заводских данных по цветовым характеристикам, возможно измерение разницы цвета именно по той методике, которая действует для данной марки автомобиля.

Приведем примеры из экспертной практики.

Таблица 3

Измерение цвета ЛКП на полимерных (пластиковых) деталях кузова*

	dE*						L*						a*						b*								
	-15	15	25	45	75	110	-15	15	25	45	75	110	-15	15	25	45	75	110	-15	15	25	45	75	110			
absolute values							81,99	61,17	37,55	20,31	14,42	11,70	-0,35	0,15	0,15	-0,17	-0,22	-0,49	-0,22	0,95	0,97	0,46	-1,26	-2,11			
Limit / upper	2,00	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
Limit / lower	1,40	1,40	1,05	1,05	1,05	1,05	-2,00	-2,00	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-2,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-2,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00			
CheckZone	Status	dE*						dL*						da*						db*							
Match to Std																											
SAMPLE 001	●	1,83	1,50	1,21	1,10	1,00	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	-0,55	-0,30	0,66	0,43	0,28	-0,14	-0,53	-0,53	1,69	1,63	1,16	-1,46	-2,29	-2,01	
SAMPLE 002	●	1,13	1,11	1,03	1,00	1,00	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	-1,00	0,30	0,42	0,74	0,55	0,22	-0,19	-0,58	-0,52	3,17	2,93	1,55	-1,48	-2,32	-1,96
SAMPLE 003	●	1,13	1,04	1,05	1,00	1,00	-0,06	1,14	-0,01	-0,05	0,45	0,25	0,80	0,46	0,13	-0,23	-0,60	-0,56	3,63	3,23	1,35	-1,74	-2,61	-2,28			
SAMPLE 004	●	1,25	1,25	1,01	1,05	0,48	0,90	0,77	1,24	0,47	1,29	-0,14	-0,86	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,15	-0,33	0,20	0,90	0,39	0,46	0,21	0,21	
SAMPLE 005	●	1,29	1,00	1,01	1,00	0,44	0,40	0,67	0,64	1,00	1,49	0,26	-0,37	-0,09	0,03	0,09	0,11	0,07	0,07	-1,09	0,05	0,41	0,48	0,35	0,14	0,14	

- sample 002 – накладка заднего левого крыла (ремонтное ЛКП);
- sample 003 – накладка левой задней двери (ремонтное ЛКП);
- sample 004 – задний бампер (заводское ЛКП);
- sample 005 – накладка правого переднего крыла (заводское ЛКП).

Оценивая результаты замера цвета деталей, не подвергавшихся ремонту (левая передняя дверь, задний бампер, накладка правого переднего крыла), приведенные в таблицах 2 и 4, эксперт отмечает, что параметры ЛКП заводских деталей при крайних углах отражения (25°) имеют незначительное отличие по тону (величина L*) по сравнению с ЛКП принятого заводского эталона. Данное отличие не превышает величину в 3 единицы и присутствует только при угле отражения 25°. Указанное отличие, как следует из осмотра автомобиля, не определяется визуально и вероятно находится в пределах допустимых значений параметров заводского ЛКП.

Оценивая результаты замера цвета ремонтных деталей, экспертом было отмечено, что имеется значительная разнооттеночность ЛКП переднего бампера по отношению к ЛКП эталона (левая передняя накладка), сформированному по заводской технологии. Данная разнооттеночность характеризуется отличием параметра L* (и соответственно ΔE*) на величину более 7 единиц при угле отражения 25° (при допустимой разнице в 3 единицы) и более 2 единиц при угле отражения 45° (при допустимой разнице 1,5 единицы) от заводского значения цвета. Отличие параметра L* свидетельствует о несовпадении тона переднего бампера относительно заводского ЛКП.

Одновременно при помощи спектрофотометра установлена также разнооттеночность ЛКП накладки левого заднего крыла по отношению к ЛКП накладке левой передней двери, сформированному по заводской технологии. Данная разнооттеночность не определяется визуально и вероятно находится в пределах допустимых значений ремонтного покрытия.

Таким образом, при проведении исследования было установлено наличие дефекта в виде разнооттеночности ремонтных элементов.

Пример № 2

На исследование поступил автомобиль марки «Skoda Octavia». Согласно материалам гражданского дела на заднем левом крыле и задней левой двери автомобиля проводился ремонт (перекраска). На разрешение эксперта был поставлен вопрос о наличии дефекта в виде разнотона на элементах, подвергавшихся ремонтно-восстановительным работам, по отношению к элементам с заводской окраской.

На кузове визуально (без применения технических средств) был выявлен дефект ЛКП в виде разнооттеночности (разнотона) левой задней двери и левого заднего крыла по отношению к остальным лицевым поверхностям деталей кузова и установлена явно выраженная граница перехода цвета в районе середины задней левой стойки.

Дальнейшее определение разнооттеночности задней двери и левого заднего крыла автомобиля производилось при помощи спектрофотометра ВУК-мас COLOR, при этом за цветовой стандарт принимался тон (цвет) ЛКП левой передней двери. Согласно материалам дела ремонт указанной детали не производился.

Таблица 4

Измерение цвета ЛКП на деталях кузова, не подвергавшихся ремонтно-восстановительным работам*

	dE*					L*					a*					b*								
	-15	15	25	45	75	110	15	15	25	45	75	110	-15	15	25	45	75	110	-15	15	25	45	75	110
Absolute values							18,48	136,94	104,16	59,10	36,68	30,00	-1,46	-1,13	-1,02	-0,94	-0,98	-1,24	0,74	0,65	-0,85	-2,14	-2,90	-3,59
Limit / upper	2,00	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Limit / lower	1,40	1,40	1,05	1,05	1,05	1,05	2,00	-2,00	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-2,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-2,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
CheckZone	dE*					dL*					dA*					dB*								
Match to Std																								
SAMPLE 001	1,72	0,62	0,19	0,52	0,48	1,68	-0,61	0,19	0,51	0,46	0,01	-0,02	-0,04	-0,03	-0,04	-0,03	0,41	0,32	0,11	0,04	0,05	0,11		
SAMPLE 002	1,12	0,79	1,12	1,44	1,41	-0,79	1,12	1,42	1,39	-0,04	-0,08	-0,06	-0,04	-0,07	-0,09	0,10	0,19	0,07	-0,06	-0,23	-0,19			
SAMPLE 003	0,15	1,35	1,10	-0,01	1,35	1,09	-0,09	-0,12	-0,11	-0,09	-0,09	-0,11	0,22	0,09	0,09	0,06	-0,02	0,07						

Дополнительно для определения допустимых значений разнотона на не подвергавшихся ремонтным работам деталях кузова автомобиля, между которыми при визуальном осмотре не был выявлен разнотон, проводился замер цвета некоторых кузовных деталей (см. табл. 2).

Результаты проведенных замеров цвета ЛКП различных кузовных деталей исследуемого автомобиля приведены в таблицах 4 и 5².

* В таблице 4 условно обозначены следующие кузовные элементы автомобиля:

- absolute values – крышка багажника (стандарт);
- sample 001 – правое заднее крыло;
- sample 002 – правая задняя дверь;
- sample 003 – правая передняя дверь.

* В таблице 5 условно обозначены следующие кузовные элементы автомобиля:

- absolute values – левая передняя дверь (стандарт – покрытие, не подвергавшееся ремонтно-восстановительным работам);
- sample 001; 003; 004 – три измерения в разных точках на поверхности левой задней двери;
- sample 002; 005; 006 – три измерения в разных точках на поверхности левого заднего

² Измерения при углах 15° и -15° производятся прибором автоматически, полученные при этом параметры предназначены для определения разнотона ЛКП с эффектом «Хамелеон» и при наличии цвета «Металлик» (как в настоящем случае) не учитываются.

Таблица 5

Измерение цвета ЛКП на левой задней двери и левом заднем крыле автомобиля*

	dE*					L*					a*					b*					C*									
	-15	15	25	45	75	110	15	15	25	45	75	110	-15	15	25	45	75	110	-15	15	25	45	75	110	-15	15	25	45	75	110
Absolute values							143,30	133,43	104,55	61,20	38,36	31,38	-1,51	-1,17	-1,06	-1,00	-1,05	-1,35	-0,77	0,87	-0,86	-2,03	-2,92	-3,57	1,69	1,46	1,27	2,26	3,11	3,82
Limit / upper	2,00	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Limit / lower	1,40	1,40	1,05	1,05	1,05	1,05	-2,00	-2,00	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-2,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-2,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-2,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
CheckZone	dE*					dL*					dA*					dB*					dC*									
Match to Std																														
SAMPLE 001	1,20	0,83	1,18	-0,82	-0,54	-0,46	-0,27	-0,00	0,03	-0,02	1,11	0,62	0,71	0,22	0,08	0,10	1,08	0,89	0,08	-0,19	-0,07	-0,08								
SAMPLE 002	0,97	0,75	-0,73	-0,73	-0,60	-0,52	-0,32	-0,04	0,02	-0,03	1,06	0,83	0,77	0,24	0,09	0,16	1,09	0,94	0,13	-0,19	-0,09	-0,14								
SAMPLE 003	0,33	0,52	-0,27	-1,10	-0,50	-0,58	-0,47	-0,28	-0,02	0,04	-0,01	0,90	0,43	0,46	0,18	0,08	0,11	0,98	0,76	0,09	-0,16	-0,07	-0,10							
SAMPLE 004	0,81	1,20	0,57	-0,78	-1,20	-0,56	-0,58	-0,47	-0,27	-0,03	-0,01	-0,04	1,27	1,01	0,43	0,22	0,04	0,12	1,22	0,09	-0,18	-0,04	-0,10							
SAMPLE 005	1,33	0,97	0,68	1,05	0,79	0,61	0,16	-0,37	-1,04	-0,74	-0,60	-0,43	-0,18	0,00	0,06	-0,02	1,42	1,31	0,94	0,37	0,17	0,25	1,35	0,02	-0,34	-0,18	-0,23			
SAMPLE 006	1,38	0,91	-1,36	-0,88	-0,64	-0,58	-0,32	-0,04	0,02	-0,06	1,18	0,82	0,74	0,24	0,14	0,23	1,21	0,98	0,13	-0,19	-0,13	-0,19								

крыла, при этом значение «sample 005» характеризует цвет ЛКП выше границы выраженного перехода цвета.

Сравнивая результаты замера цвета деталей, не подвергавшихся ремонту (правое заднее крыло, правая задняя дверь и правая передняя дверь), приведенных в таблице 3, и результаты замера цвета ремонтных деталей эксперт отмечает следующее.

Наибольшее значение величины разницы цвета ΔE^* на ремонтных деталях достигается при **угле обзора 25°** (углы 15° и -15° предназначены для определения разнотона ЛКП с эффектом «Хамелеон» и при исследовании не учитывались) и составляет значение от 2,01 до 2,55 единицы. Одновременно с этим наибольшее значение величины разницы цвета ΔE^* на не подвергавшихся ремонту деталях достигается при угле обзора 45° и составляет максимальное значение 1,63.

При исследовании параметра L^* ремонтных деталей и не подвергавшихся ремонту деталей было установлено, что значение параметра является противоположным по знаку для каждого выбранного угла обзора. Например, при **угле обзора 45°**

параметр L^* ремонтных деталей находится в отрицательном диапазоне, а для не подвергавшихся ремонту деталей – в положительном. Это свидетельствует о том, что при данном угле обзора ремонтные детали будут иметь более темный тон по отношению к деталям, на которых ремонт не проводился (см. рис. 1), что и определяется при визуальном осмотре. При этом конечное значение разницы цвета ΔE^* , вычисляемое по вышеприведенной формуле, имеет достаточно небольшое значение (не более 2,55 единицы).

В итоге, оценивая результаты замера цвета **ремонтных** деталей, эксперт отметил, что имеется разнооттеночность ЛКП левой передней двери и левого заднего крыла по отношению к ЛКП остальных деталей кузова автомобиля.

Таким образом, экспертная практика ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России показала, что определение разнотеночности является востребованной задачей при проведении экспертных исследований качества лакокрасочных покрытий автомобилей. Спектрофотометр ВУК-мас COLOR полностью соответствует требованиям решения данной задачи.