

Максим Синяк,  
канд. техн. наук

# Особенности использования и контроля специальных красок

Специальные краски<sup>1</sup> находят применение при изготовлении самой разнообразной печатной продукции, в том числе этикетки и упаковки. Такие краски позволяют придать этикеточной и упаковочной продукции запоминающийся вид, а также повышают степень ее защиты от подделки. Вместе с тем при использовании специальных красок приходится решать ряд технологических проблем, в том числе проблему контроля качества.

## Структура и состав специальных красок

Наиболее широко распространенными специальными красками являются металлизированные краски. Металл использовался для изменения отражающих свойств объектов и придания им различных эффектов еще несколько тысяч лет назад — впервые покрытие из золота в декоративных целях применили египтяне. Из-за сложности соединения листового металла с другими материалами с целью имитации металлического покрытия со временем стали использовать смешанную со специальными связующими металлическую пудру — прооб-

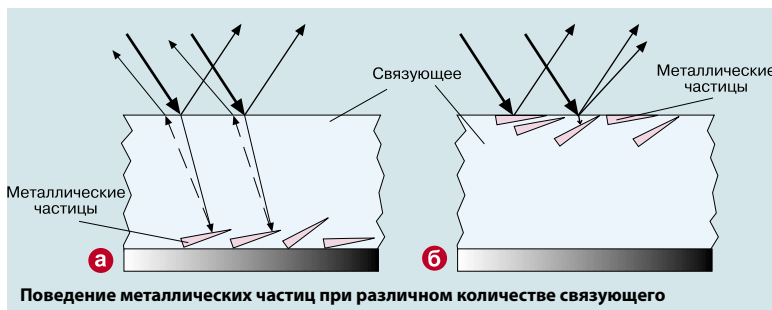
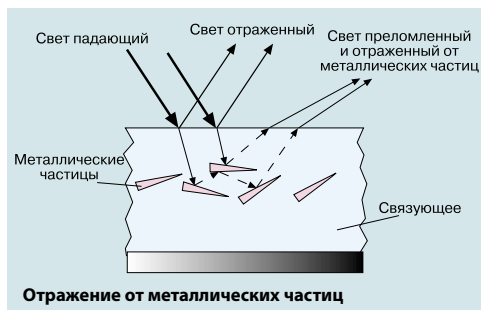
раз современных металлических пигментов. Сегодня металлические пигменты используются во многих областях машиностроения, компьютерной индустрии и в полиграфии. Для придания печатной продукции различного рода оптических эффектов в полиграфии применяются специальные металлизированные краски.

Под микроскопом металлические пигменты выглядят как «попкорн», а их размеры варьируются от 0,1 до 2 мкм по толщине и от 0,5 до 200 мкм в диаметре (рис. 2). От размеров частиц в очень большой степени зависят степень рассеивания света и степень изменения его спектральных характеристик.

Металлический эффект создается в результате сочетания прямого отражения света частицей пигмента и не идеального отражения ее краями, то есть речь идет о направленно-рассеянном отражении (см. врезку «Оптические эффекты, создаваемые специальными красками»). Для усиления эффекта металлического блеска количество зеркально отраженного света необходимо увеличить, а рассеянного — уменьшить.

Большие частицы отражают свет направленно и образуют более блестящую поверхность. При уменьшении размера частиц пигмента увеличивается доля рассеянного света, в результате цвет поверхности как бы осветляется. Вместе с тем малые частицы

<sup>1</sup> Под специальными в данном случае понимаются краски, позволяющие создавать на запечатываемой поверхности различные оптические эффекты. К ним, в частности, относятся металлизированные, перламутровые и флуоресцентные краски. — Прим. ред.



обладают большей «кроющей» способностью (в данном случае понятие «кроющая способность» немного отличается от применяемого в отношении традиционных красок).

Перед тем как металлические частицы будут включены в состав краски, они проходят предварительную подготовку. Исходный материал расплавляют, размалывают, пропускают через специальные пневмосопла, полученные частицы просеивают, снова раз-

малывают в шаровых мельницах, промывают, просушивают, а затем полируют. В результате удается получить чрезвычайно тонкие блестящие металлические чешуйки, которые имеют значительно больший размер, чем традиционные красочные пигменты.

Сухой металлический порошок превращается в пригодную для печатных процессов краску после введения его в связующее. Для облегчения последующего смешивания порошок предвари-

тельно слегка увлажняют. Состав связующего зависит от способа печати, которым будет наноситься краска. Приготовление красок на заводах-изготовителях требует повышенной аккуратности. Например, избыток связующего в флексографских красках приведет к погружению металлических частиц в глубь красочного слоя. В результате снижается «металлический» эффект, а краска кажется темнее (рис. 3а). В свою очередь, при недостатке связую-

**Оптические эффекты, создаваемые специальными красками**

В основе оптических эффектов, создаваемых специальными красками, лежат физические принципы отражения, пропускания и преломления упавшего на поверхность света. При освещении однородных гомогенных сред с гладкой поверхностью наблюдается направленное отражение или пропускание света, а при падении параллельного пучка света на неоднородную среду происходит его рассеивание. Отраженный и преломленный средой свет распространяется в пространстве во всех направлениях. Такое явление называется диффузным, или рассеянным, отражением света.

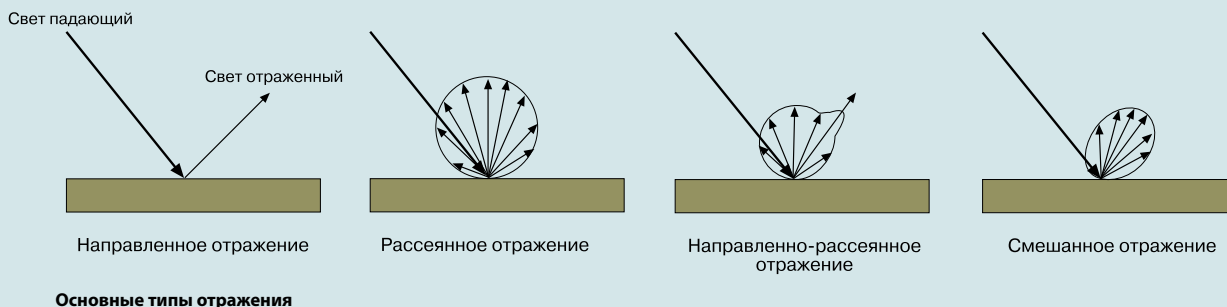
Диффузное отражение света широко распространено в природе. Именно благо-

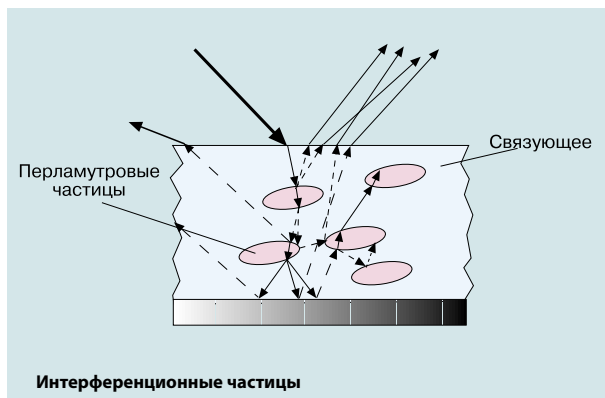
даря ему человек видит окружающие предметы, с какой бы стороны он их не рассматривал. В полиграфии к диффузно-отражающим объектам относится бумага, а к диффузно-пропускающим — черные белые изображения на фототехнических пленках. Почти полное диффузное рассеяние происходит при прохождении света через матовое стекло.

Распределение яркости и силы света, отраженного от малого участка рассеивающей или гладкой поверхности, можно выразить в виде так называемых индикатрис, то есть огибающих векторов (рис. 1). Ламбертом было установлено, что при рассеивании света поверхностью его яркости во всех направлениях одинаковы и не зависят от угла падения светового пучка

на поверхность. Однако это правило применимо только к идеальному рассеиванию. Большинство окружающих нас физических тел частично рассеивают свет, поэтому их яркости в разных направлениях будут различными, а следовательно, и форма индикатрис будет зависеть от угла падения света на поверхность тела.

При направленно-рассеянном отражении в направлении зеркального отражения выделяется регулярная составляющая, то есть та часть излучения, которая отражается зеркально. Наблюдателю при этом виден световой блик. Подобным образом рассеивают тела из однородного материала с гладкой поверхностью. При смешанном отражении яркость цвета предмета зависит от направления его рассматривания.





шего частицы не успевают погрузиться в глубь слоя и остаются на поверхности. Краска при этом кажется более светлой и приобретает жесткий «металлический» блеск (рис. 3б).

Для получения различных оттенков цвета в металлизированные краски добавляются интенсивные цветные пигменты

Они очень тонкие и обладают способностью пропускать часть падающего на них света. Частичное отражение, преломление и пропускание света в итоге создает неповторимый перламутровый эффект (рис. 4).

Перламутровый эффект обусловлен интерференцией света, поэтому подобные частицы часто

интерференционной картины, а значит и к изменению цвета при ее рассматривании под разными углами. В природе подобными свойствами обладает, например, рыба чешуя.

В качестве материала для перламутрового пигмента раньше использовалась диоксид-титановая слюда. В настоящее время, как правило, применяют более дешевые тонкие металлические чешуйки с покрытием из слюды. В некоторых перламутровых красках интерференционный эффект достигается за счет введения специального связующего.

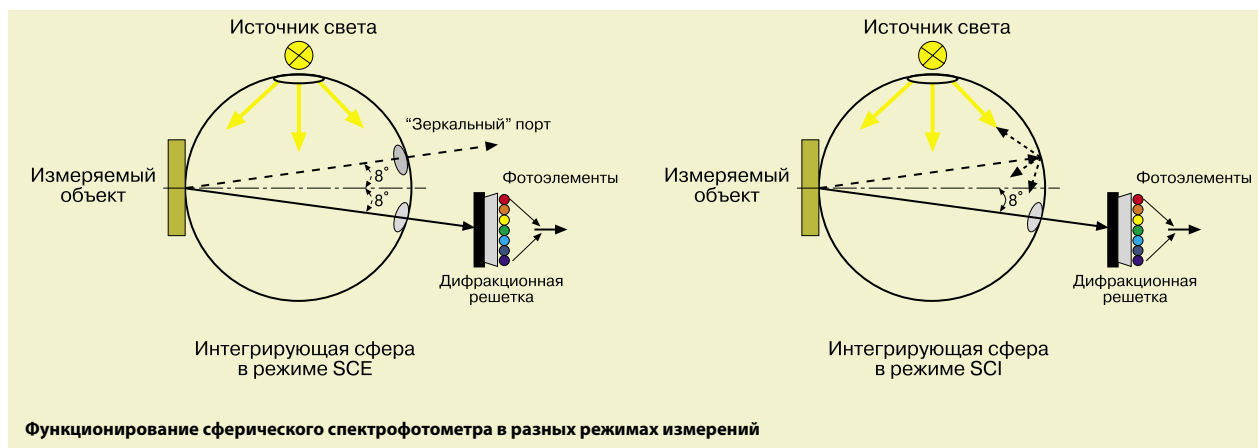
Для увеличения интерференционного эффекта перламутровые частицы должны иметь высокий показатель отражения (часто около 3), высокую прозрачность и гладкость поверхности. Для контроля перламутровых красок требуется специальный прибор с геометрией измерения, отличной от принятой при контроле традиционной печатной продукции. Как и в случае с металлическими пигментами, варьирование размеров частиц приводит к изменению «кроющей» способности.

В последнее время в полиграфии стали использовать фотохроматические и термохроматические краски. В недавнем прошлом они применялись исключительно в инженерных работах для контроля качества радиоэлектронных компонентов.

### Сферическая оптика позволяет выполнять различные уникальные измерения, например измерения на просвет прозрачных материалов, в том числе жидкостей

с высокой степенью прозрачности. Сейчас красочные подцветки можно вводить и самостоятельно, используя специальные концентрированные красочные пасты. Оттенок краски зависит и от характеристик запечатываемого материала.

называют интерференционными пигментами. Интерференция появляется вследствие взаимодействия лучей света, отраженных от верхней и нижней поверхностей полупрозрачных частиц. Изменение толщины частицы пигмента приводит к изменению



Функционирование сферического спектрофотометра в разных режимах измерений

Сегодня сфера их применения заметно расширилась. Например, термохромные краски могут наноситься на пивные этикетки для индицирования правильности условий хранения напитка и его защиты от подделки. В США для данного вида красок разработан стандарт ASTM E284 (American Society for testing and materials).

### Спектрофотометрический контроль специальных красок

Для оценки качества печати специальными красками используются спектрофотометрические измерения. Важное значение для корректной оценки качества имеет геометрия измерения и соответствующая ей схема построения оптической системы спектрофотометра.

Впервые геометрии оптических измерений были описаны Международной организацией по стандартизации ISO в стандарте 5-1 выпущенном в 1966 году. Позднее это описание было дополнено в американском стандарте ASTM E 1767. Используемые в настоящее время в полиграфии геометрии измерений базируются на двух основных системах построения оптической системы спектрофотометров: линейной и сферической (диффузионной) — рис. 5. Принято различать следующие геометрии измерений:

- $d/8:i$  — диффузное освещение, наблюдение под углом  $8^\circ$  при учете «зеркальной» компоненты;
- $d/8:e$  — диффузное освещение, наблюдение под углом  $8^\circ$  без учета «зеркальной» компоненты;
- $d/d:i$  — диффузное освещение, наблюдение рассеянного света при учете «зеркальной» компоненты;
- $0/45:c$  — освещение под углом  $45^\circ$ , наблюдение под углом  $90^\circ$  к поверхности образца;

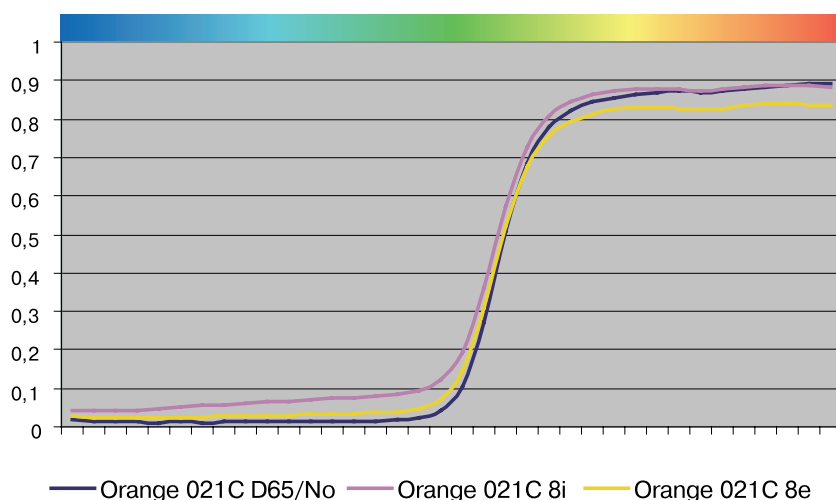
- $0/45:c$  — освещение под углом  $90^\circ$ , наблюдение под углом  $45^\circ$  к поверхности образца;
- $0/0$  — освещение и наблюдение под углом  $90^\circ$  к поверхности образца.

Линейная схема наилучшим образом подходит для оценки оттисков на бумаге и картоне, а в некоторых случаях — на пластиках и негрубых тканях. Оценка цвета при таком строении оптической системы приближена к восприятию цветовой информации человеческим глазом. Спектрофотометры с линейной схемой оптической системы могут иметь различный размер апертуры. При этом возможно использование различных физи-

ческих фильтров: поляризационного, D65 и специального фильтра, уменьшающего отражение в ультрафиолетовой области (см. врезку «Физические фильтры в спектрофотометрах с линейной геометрией»). Однако линейная схема не применима для оценки поверхностей с грубой структурой, на которые краска ложится неравномерно, а также поверхностей с направленным отражением, к которым относятся оттиски металлизированными красками. Для контроля таких поверхностей следует применять устройства со сферической геометрией измерения.

В спектрофотометрах со сферической схемой оптической





— Orange 021C D65/No — Orange 021C 8i — Orange 021C 8e  
Спектральные характеристики краски, полученные при измерении различными типами спектрофотометров

системы измерение выполняется с использованием интегрирующей сферы, покрытой внутри отражающим и рассеивающим свет белым материалом (согласно DIN 5033-9 — сульфатом бария, реже — оксидом магния). Измеряемый объект помещают в специальное окно — порт (рис. 6). Источник света освещает сферу через другой порт, при этом на объект падает рассеянный свет, что позволяет избежать искажений из-за неровности его поверхности, а также вследствие направленного отражения света. Отраженный свет фиксируется приемником, расположенным под углом  $8^\circ$  к оси, перпендикулярной объекту.

Сферическая геометрия дает возможность учитывать при измерении так называемую зеркальную компоненту. Для этого служит малая область сферы — так называемый зеркальный порт, находящийся под углом  $8^\circ$  к перпендикулярной объекту оси. Если зеркальный порт открыт, направленное отражение будет попадать в него и не включаться в измерения, если же зеркальный порт закрыт, зеркально отраженная компонента будет включаться в общий анализ цвета измеряемого объекта.

В случае включения «зеркальной» компоненты (режим SCI — Specular Component Included) при каждом измерении собирается интегрированная информация об объекте, однако при этом игнорируются характеристики поверхности. Если при контроле рассеивающих поверхностей необходимо приблизить

### Сферическая оптика позволяет выполнять различные уникальные измерения, например измерения на просвет прозрачных материалов, в том числе жидкостей

или согласовать результаты с данными, полученными с помощью спектрофотометра линейного построения, зеркальный порт открывается и измерения выполняются в режиме SCE (Specular Component Excluded). При этом результаты хорошо коррелируются с визуальным восприятием измеряемой поверхности.

На рис. 7 приведен пример измерения оранжевой краски Pantone Orange 021C приборами с различной геометрией измерения (линейной и сферической в режимах SCI и SCE). Разница между результатами измерений заключается в учете эффекта глянецности: разница в 4%

эквивалентна примерно 100 единицам глянецности, 2% — 50 единицам и т.д. Таким способом можно оценивать глянецность поверхности, хотя использование глянцаметра дает более точные результаты.

Рассмотрим принцип работы спектрофотометра. Вначале свет от источника (обычно это работающая в импульсном режиме ксеноновая лампа), отразившись от объекта, попадает на измерительную оптику. Затем с помощью дифракционной решетки (монокроматора) световое излучение раскладывается на спектральные составляющие, которые воспринимаются сгруппированными в линейки или матрицы фотоэлементами. После этого информация преобразуется из аналоговой формы в цифровую, анализируется и обрабатывается. Вся процедура управляется микропроцессором, который контролирует работу регистрирующих устройств, а также источника света. С помощью микропроцессора рассчитываются

значения контролируемых величин при различных комбинациях углов обзора и освещения. Кроме определения цветовых координат в функции современных спектрофотометров входят составление рецептов красок, сортировка данных об измеренных образцах в зависимости от цветовых различий, нахождение кроющей способности и т.д.

Сферическая оптика позволяет выполнять различные уникальные измерения, например измерения на просвет прозрачных материалов, в том числе жидкостей. Эти измерения могут быть проведены, если поместить объект между сферой и монохро-

матором. При этом фактически моделируется реакция человеческого глаза при рассматривании материала на просвет.

Для удаления ультрафиолетовой составляющей из излучения источника света служит специальный фильтр, который может использоваться для оценки эффекта оптического отбеливания при применении флуоресцентных красок. С этой целью следует сравнить результаты измерения объекта с использованием и без использования УФ-фильтра.

К сожалению, размеры измерительных апертур приборов со сферической геометрией измерения пока не стандартизованы. Принято лишь, что общая измеряемая площадь не должна превышать 10% от внутренней площади интегрирующей сферы. Поэтому инструменты разных компаний-производителей имеют различные площади измерения. В некоторых инструментах, например в ColorEye 7000 и в ColorEye XTH компании GretagMachbeth, предусмотрена возможность изменения апертуры. Приборы с малой апертурой измерения (SAV — Small Area View — 0,75 1,00 см или 2 см в диаметре) могут быть использованы для измерения небольших объектов либо объектов с очень неровной или изогнутой поверхностью. Приборы с большой апертурой (LAV — Large Area View диаметром от 2,54 до 5 см) предпочтительны при работе с текстилем, продуктами питания или с разноокрашенными поверхностями. Некоторые приборы, в том числе и ColorEye 7000, оснащаются промежуточными апертурами: MAV — Medium Area View — диаметром 1,5 см и VSAV — Very small area view размером 0,3 0,8 см.

Некоторые спектрофотометрические приборы имеют псевдодвухлучевую измерительную систему, однако большинство

«сферических» спектрофотометров оснащаются отдельными эталонными источниками света, которые позволяют одновременно измерять объект и стенки сферы. Двухлучевая технология повышает точность прибора, но значительно увеличивает его стоимость и ужесточает требования к условиям эксплуатации и хранения.

Спектрофотометры поставляются калиброванными с одним или несколькими эталонами белого. Обычно такой эталон белого представляет собой керамическую пластинку с покрытием из сульфата бария и характеризуется соответствующими определенному стандарту значениями

системы, более чувствительны к изменению окружающей среды, поэтому при работе с ними следует выполнять калибровку не реже одного раза в восемь часов. При выключении прибора необходимо отсоединить его от источника питания и выполнить повторную калибровку при смене режимов измерения.

Развитие оптики и микроэлектроники в сочетании с появлением новых материалов, требующих контроля и измерения, привело к появлению новых разработок в области контрольно-измерительной техники. Примером такой разработки может служить гониоспектрофотометр, сочетающий досто-

### При замене какого-либо элемента оптической системы спектрофотометра требуется выполнить аппаратную перекалибровку, а самое главное — создать для прибора новый уникальный эталон белого

цветовых координат L, a и b. Как правило, каждому прибору соответствует свой эталон, который создается специальным спектрофотометрическим роботом на основе данных, полученных после определения спектральных показателей оптической системы данного прибора. При замене какого-либо элемента оптической системы требуется аппаратная перекалибровка, а самое главное — создание для прибора нового уникального эталона.

Приборы, имеющие сферическое построение оптической

системы традиционных спектрофотометров с линейной и сферической геометриями измерения. Как правило, с его помощью измерения выполняются под углами 20, 45, 75 и 110°. Этот прибор предназначен для измерения и контроля металлизированных поверхностей, в том числе анодированного алюминия, служащего основой монометаллических офсетных печатных форм, а также грубых типов пластика. 

*Продолжение в следующем номере*

#### Физические фильтры в спектрофотометрах с линейной геометрией

В спектрофотометрах с линейной геометрией измерения производятся в следующих режимах:

- Pol — измерения с поляризационным фильтром для контроля цвета на плохопитаемых и непитаемых материалах (мелованной бумаге, пленке, фольге с нанесенным слоем кроющего белого и т.д.).

- No — измерения без фильтра для контроля цвета на впитывающих материалах (немелованной бумаге, картоне, негрубой ткани и т.д.).
- D65 — используется для получения измерений, близких к визуальному восприятию объекта при нормальных условиях наблюдения при 6500 К.
- UV Cut — измерения с фильтром, удаляющим ультрафиолетовую составляющую, для контроля отпечатков флуоресцентными красками.