

Экспертное исследование маркировочной и упаковочной продукции, изготовленной по современным технологиям, с целью установления способа печати ее реквизитов

М.В. Торопова

Федеральное бюджетное учреждение Российский федеральный центр судебной экспертизы при Министерстве юстиции Российской Федерации, Москва 109028, Россия

Аннотация. С широким внедрением новых технологий полиграфической и репрографической печати кардинально изменились способы изготовления массовой печатной продукции, в частности, этикеток, ярлыков и упаковки, которые нередко становятся объектами технической экспертизы документов. В настоящей статье описаны современные способы цветной полиграфической и репрографической печати, применяемые для производства указанной продукции. В работе приведен обзор наиболее распространенных современных способов и видов цветной промышленной печати, применяемых при изготовлении этикеток, ярлыков и упаковки, описаны выделенные автором диагностические комплексы признаков данных способов, отображающиеся на уровне растра в получаемых отпечатках (изображениях).

Ключевые слова: флексография, фотоофсет, цифровой офсет, цветная струйная печать, технология Indigo, УФ-печать, цветная электрографическая печать, технология Solid Ink, термотрансферная печать

Для цитирования: Торопова М.В. Экспертное исследование маркировочной и упаковочной продукции, изготовленной по современным технологиям, с целью установления способа печати ее реквизитов // Теория и практика судебной экспертизы. 2023. Т. 18. № 1. С. 44–59.

<https://doi.org/10.30764/1819-2785-2023-1-44-59>

Expert Analysis of Labeling and Packaging Products Manufactured Using Modern Technology in Order to Establish the Printing Method of its Details

Marina V. Toropova

The Russian Federal Centre of Forensic Science of the Ministry of Justice of the Russian Federation, Moscow 109028, Russia

Abstract: With the extensive implementation of new technologies in printing and reprographic printing the manufacturing methods of mass printing products, including labels, tags, and packaging, which often become the objects of forensic document analysis, have changed dramatically. The article describes the modern methods of color printing and reprographic printing used in manufacturing of such products. The work also provides an overview of the most common modern methods and types of color industrial printing used in the production of labels, tags, and packaging. The author describes the diagnostic complexes of features of these methods displayed at the raster level in the resulting prints (images).

Keywords: flexography, offset printing, digital offset, color inkjet printing, Indigo technology, UV printing, color electrographic printing, Solid Ink technology, thermal transfer printing

For citation: Toropova M.V. Expert Analysis of Labeling and Packaging Products Manufactured Using Modern Technology in Order to Establish the Printing Method of its Details. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2023. Vol. 18. No. 1. P. 44–59. (In Russ.). <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2023-1-44-59>

Введение

Этикетки (в том числе кольеретки), фирменные ярлыки, а также упаковка промышленных и продуктовых товаров – это наиболее распространенные виды массовой печатной продукции, которые становятся объектами технической экспертизы документов. Все перечисленные объекты несут необходимую информацию о товаре и его предприятии-изготовителе. Исследование в отношении них назначается, как правило, в рамках расследования фактов изготовления/продажи контрафактной продукции. Перед экспертами ставятся вопросы об установлении способа, технологии изготовления маркировки и (или) упаковки, соответствии способа изготовления маркировки и (или) упаковки представленному образцу, а также о возможном общем происхождении экземпляров маркировочной и упаковочной продукции.

Решение перечисленных вопросов требует от эксперта знания современных технологий печатного производства и механизма следообразования (воспроизведения изображения красящими веществами) на запечатываемом материале (бумаге, картоне, полимерной пленке), обусловленного конструктивными особенностями применяемого оборудования.

Существует четыре основных способа полиграфической печати – высокая, глубокая, плоская и трафаретная. Отличительные особенности каждого из способов, отображающиеся в оттисках печатных форм, достаточно подробно описаны в специализированной литературе [1–3]. Однако с переходом к цифровым технологиям допечатной подготовки и совершенствованием технологий полиграфической печати изменились процессы следообразования, формирующие комплекс диагностических признаков того или иного способа печати, появились новые признаки, описание и оценка которых вызывает затруднение у экспертов. Кроме того, широкое распространение получила репрографическая печать, которая постоянно совершенствуется в целях повышения ее рентабельности и реализации новых возможностей.

В литературе репрографической печати практически не уделяется внимание. Описаны лишь базовые диагностические признаки основных способов печати (электрографическая, струйная, термическая). Однако в современной промышленной печати используются специализированные печат-

ные машины и принтеры цветной печати, в которых стандартные технологии усовершенствованы в целях производства определенных видов печатной продукции на конкретных материалах. Помимо этого применяются и комбинированные технологии, которые очень часто сложно распознать.

Установление способа и вида печати традиционно проводится методом микроскопического исследования, обычно при 20–50-кратном увеличении. При этом часто информации, получаемой при таком исследовании текстов, рисунков, штрих-кодов, других изображений, составляющих содержание печатной продукции, бывает недостаточно для решения вопроса о способе их получения и требуется более глубокое исследование на уровне раstra при увеличениях от 200 до 500-крат.

В работе приведен обзор наиболее распространенных современных способов и видов цветной промышленной печати, применяемых при изготовлении этикеток, маркировочных наклеек и упаковки, описаны диагностические комплексы признаков данных способов, отображающиеся на уровне раstra в получаемых отпечатках (изображениях).

Материалы и методы

Были изучены образцы этикеток, маркировочных наклеек и упаковки, отпечатанные на бумаге, тонком картоне, бумаге со специальным полимерным покрытием, полимерной пленке.

Исследование проводили с применением цифрового микроскопа отраженного цвета KEYENCE VHX-5000 с кольцевой системой освещения при оптическом увеличении 200 крат, оборудованного системой визуализации со специализированным программным обеспечением. В случаях, когда требовалось показать характерное отображение штрихов (твердофазная и термотрансферная печать), съемку проводили также при оптическом увеличении 150 крат. Преимущества микроскопа KEYENCE VHX-5000 – яркое бесцветное освещение объекта и встроенная система мультифокусной фотосъемки.

Результаты и обсуждение

Основными требованиями к качеству маркировочной и упаковочной продукции являются красочность, яркость, контрастность, читаемость любых, даже очень мелких элементов изображения и высокое разрешение, позволяющие обеспечивать

распознавание штрих-кодов и QR-кодов сканерами и терминалами сбора данных. Помимо этого, применяемые для печати краски должны быть безопасны для здоровья человека.

Печать цветных изображений базируется на цветоделении и растривании.

Цветоделение (англ. color separation) – это разделение полноцветного или многоцветного цветного изображения оригинала с помощью светофильтров или селективных источников освещения на одноцветные изображения, которые при синтезе в процессе печатания с определенной точностью воспроизводят изображение оригинала¹.

В процессе цветоделения и изготовления цветопробы нужно учитывать тип печатной машины (или принтера), печатной формы, печатной краски, запечатываемого материала или используемой отделки поверхности.

Растривание (англ. screening) – это преобразование полутоновых изображений в микроштриховые с помощью растровых точек, которые имеют форму простых геометрических фигур (чаще всего это круг, эллипс, ромб или квадрат)². Существуют два метода растривания:

- печать растровыми точками одинакового размера, но разным их количеством (нерегулярный или стохастический растр);
- печать растровыми точками разного размера при их неизменном количестве (регулярный растр).

Согласно первому методу, также называемому частотно-модулированным растриванием (англ. FM-screening), растровые точки при формировании изображения наносятся хаотично одна относительно другой, меняется только частота их воспроизведения на запечатываемой поверхности. Типичным примером картины стохастического растра является печать на цветном принтере. В полиграфии стохастический растр применяется крайне редко, что обусловлено множеством технических сложностей при воспроизведении изображения, в первую очередь из-за трудоемкости совме-

щения растровых форм разных цветов при отсутствии системы расположения растровых точек. В основном нерегулярный растр используется в репрографии.

Согласно второму методу, также называемому амплитудно-модулированным растриванием (англ. AM-screening), полутона передаются путем использования растровых точек переменного размера с неизменным их числом на единицу площади запечатываемой поверхности. Расстояния между центрами растровых точек регулярно повторяются. Чем светлее участок, тем меньше размер растровых точек, соответственно, больше расстояние между ними. Чем темнее участок, тем больше размер данных точек и меньше расстояние между ними вплоть до практически полного слияния.

Представленный метод наиболее распространен в полиграфии, несмотря на дискретность изображения и возможное появление муара при печати. Основной характеристикой регулярного растра является линиатура – плотность укладки пространственных линий растра на единицу длины (обычно дюйм). Чем выше линиатура, тем менее заметна дискретность изображения.

Для цветной печати разработаны специальные алгоритмы растривания изображений с использованием базовых цветов. Каждый растр цвета необходимо наклонить под определенным углом (угол наклона растра). Это позволяет оптически наблюдать более чистые цвета и избежать появления интерференционных картин, ведущих к искажениям цветопередачи. Значения углов наклона растра для каждого цвета стандартизованы.³ Следует отметить, что оригинал-макеты, изготовленные с использованием регулярного растра, достаточно широко применяются также и в репрографии, особенно при печати сложных многокрасочных рисунков.

Рассмотрим наиболее распространенные технологии цветной печати и их диагностические признаки, отображающиеся в изготавливаемых отпечатках.

Флексографская печать

Флексографская печать (сокр. флексопечать) относится к полиграфической печати и является разновидностью способа

¹ ОСТ 29.40-2003. Стандарт отрасли. Технология и оборудование допечатных процессов в полиграфии. Термины и определения (утв. и введен в действие Приказом МПТР России от 03.07.2003 № 155).

² Не следует путать понятия «растровая точка» и «микрочастица», «микрокапля» красящего вещества. Например, при струйной печати с использованием регулярного растра растровая точка может состоять из пяти, десяти и более микрокапель, выбрасываемых соплами печатающей головки.

³ Подробнее с технологиями растривания можно ознакомиться, в частности, на электронном ресурсе издательства «Курсив» (www.kursiv.ru) – сайте, объединяющем журналы по полиграфии и упаковке.

высокой печати. Эта технология разрабатывалась специально для печати упаковки и этикеток, потому наиболее распространена при изготовлении данной продукции наряду с офсетом.

Печатная форма флексографской печати представляет собой фотополимерную пластину с выступающими рельефными печатающими элементами.⁴ Фотополимерные формы размещаются на формных цилиндрах, каждому цвету соответствует своя форма. Тиражестойкость таких форм очень высока и может составлять миллионы оттисков.

Высота печатающих элементов в фотополимерных формах небольшая, вследствие чего давление выступающих элементов на воспринимающую поверхность при флексопечати значительно слабее, чем при традиционной высокой печати. Тем не менее, за счет эластичности формы, растискивание (увеличение диаметра растровой точки) в пределах 30–35 % для флексопечати – нормальное явление, что учитывается при подготовке оригинал-макетов изображений.

При флексопечати используются низковязкие краски – водорастворимые, спирторастворимые (наиболее распространены), а также УФ-краски (изготавливаются на основе веществ, полимеризующихся под воздействием УФ-излучения). Для дозированного переноса краски из специальной емкости на печатную форму используется анилоксый вал, имеющий ячеистую поверхность, что позволяет получать тонкий равномерный слой краски на печатающих элементах формы и на запечатываемом материале. Спектр материалов, используемых при флексопечати достаточно широк, и включает бумагу, картон, полимерные материалы, ткани и др.⁵

Контраст на флексографском отпечатке достаточно резкий, скачкообразный. При этом следы давления в оттисках не выражены, рельеф от выступающих элементов

формы с оборотной стороны запечатываемого материала не характерен.

Диагностические признаки флексографской печати:

- окрашивание в растровых точках яркое, насыщенное, с блеском;
- растровые точки имеют четкую правильную форму и четкие границы;
- может использоваться широкая палитра цветов (в том числе золотой, серебряный);
- резкий контраст цветов в градиентах и полутонах – чем ниже линиятура раstra, тем скачки цвета виднее;
- следы натиска (механического давления печатающих элементов формы) в растровых точках, как правило, четко выражены; толщина красочного слоя в центре растровых точек меньше, чем по краям; по периметру растровых точек имеется тонкий красочный кант;
- красочный слой тонкий, рельефности красочного слоя не наблюдается;
- в растровых точках часто наблюдаются микропробелы (точечные непрокрашивания) или коагуляция – краска концентрируется в середине растровой точки, а вокруг образуется слабоокрашенный ореол (характерно для печати на полимерных материалах).

На рисунке 1 приведены примеры цветной флексографской печати с применением регулярного раstra.

Офсетная печать (фотоофсет)

Офсетный способ печати занимает ведущую позицию в современном полиграфическом производстве. Традиционную технологию, в которой используются фотоформы, в настоящее время называют фотоофсетом.

Принцип офсетной печати (косвенная плоская печать) разработан достаточно давно и заключается в переносе изображения с печатной формы на промежуточный офсетный вал, а затем на запечатываемый материал. Для печати цветного изображения изготавливается набор печатных форм, каждая из которых соответствует одному цвету (обычно в системе CMYK).

Офсетные печатные формы изготавливают на тонких металлических пластинах (чаще всего алюминиевых или цинковых) толщиной приблизительно 0,4–0,8 мм, покрытых слоем фотополимера. Изображение наносят путем засветки, при этом печатающие и пробельные элементы на поверх-

⁴ ГОСТ Р ИСО 12647-6-2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Технология полиграфии. Контроль процесса изготовления цифровых файлов, растровых цветodelений, пробных и тиражных оттисков. Часть 6. Флексографская печать (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 29.08.2017 № 969-ст).

⁵ Более подробно с технологией флексографской печати можно ознакомиться, в частности, на электронном ресурсе Publish (www.publish.ru) – журнале про бизнес в полиграфии: традиционную, цифровую и промышленную печать, дизайн и допечатную подготовку, бумагу и расходные материалы.

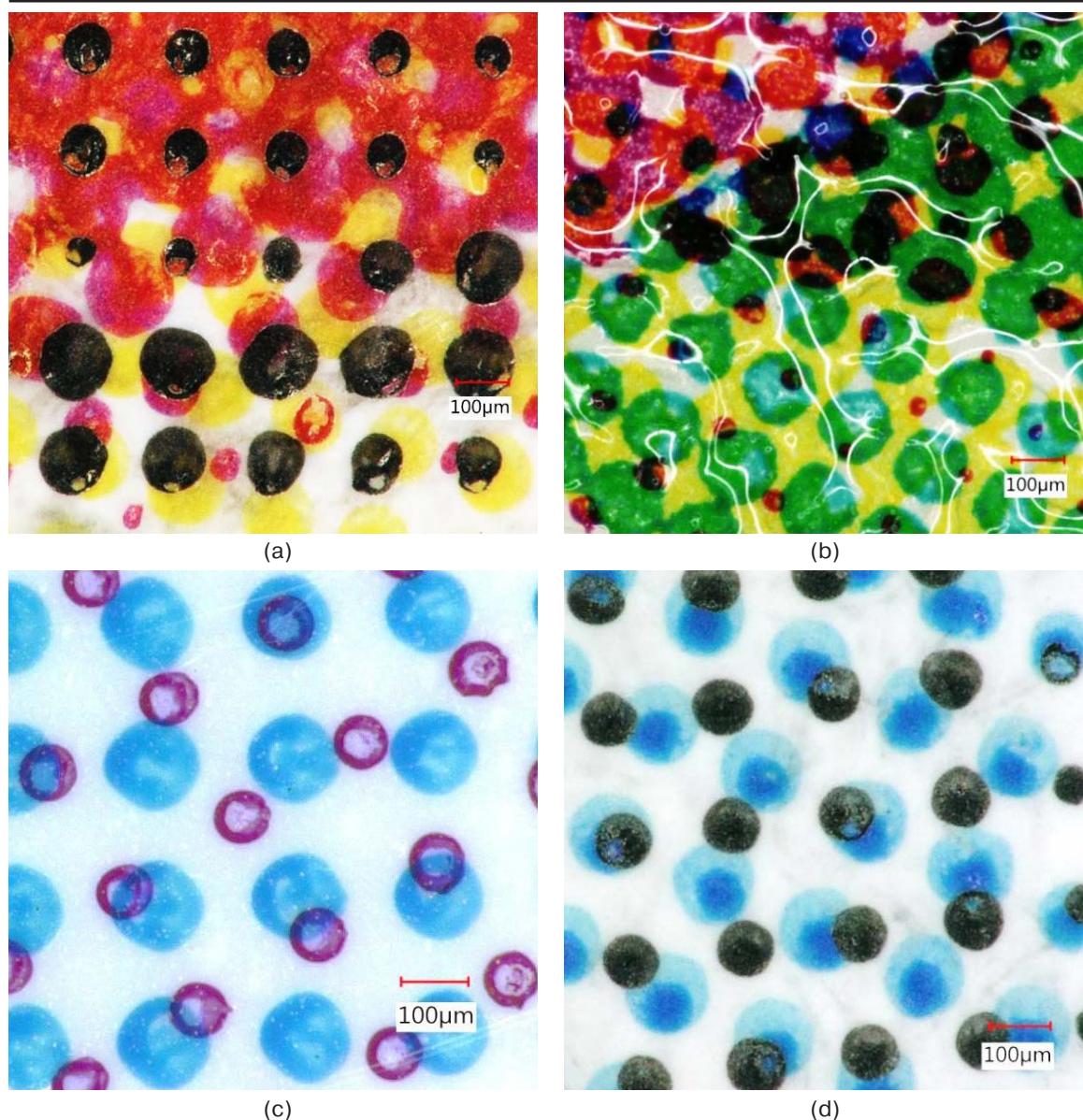


Рис. 1. Флексопечать: *a* – на бумаге с полимерным покрытием; *b* – на картоне с последующим нанесением бесцветного лака; *c, d* – на полимерной пленке
Fig. 1. Flexo printing: *a* – on polymer-coated paper; *b* – on cardboard with colorless varnish placed over the image; *c, d* – on polymer film

ности пластины приобретают различные свойства. Засвеченные (гидрофильные) участки формы притягивают воду и отталкивают любую маслянистую субстанцию, в том числе и краску. Незасвеченные (гидрофобные) участки, наоборот, начинают отталкивать воду и притягивать краску. Печатающие и пробельные элементы печатной формы находятся практически в одной плоскости. Таким образом форма прокрашивается, притягивая и отталкивая краску на нужных участках.

Использование промежуточного офсетного вала снижает износ печатной формы, повышает равномерность нанесения кра-

ски и позволяет наносить ее очень тонкими слоями на поверхность запечатываемого материала. Офсетное полотно имеет многослойную структуру, материалом его верхнего краскопередающего слоя является синтетическая резина.

Для офсетной печати применяются пастообразные печатные краски высокой вязкости. Они изготавливаются на основе органических пигментов (10–30 %), связующих (смолы и масла – 60–80%) и вспомогательных веществ (до 10 %). Высыхание краски на раскатных валах красочного аппарата, а также при переносе с печатной формы на офсетное полотно недопустимо, поэтому

процесс печати сопровождается работой системы увлажняющих валов. В то же время определенную долю увлажняющего раствора краска все же должна воспринимать при контакте с печатной формой⁶ [4].

В многокрасочной офсетной машине для каждой формы имеется отдельная печатная секция. Материал, на который наносится печать, последовательно проходит через каждую секцию. Если таковых недостаточно, то формы поочередно устанавливаются в печатную машину, что делает технологический процесс более трудоемким.

Диагностические признаки фотоофсета:

- цвета в растровых точках мягкие, переходы цветов плавные;
- поверхность растровых точек матовая, без блеска (если только не используется специальная краска или лак для придания блеска);
- может использоваться широкая палитра цветов;
- краска в растровых точках распределена тонким, достаточно равномерным слоем, без краевых эффектов и коагуляции; утолщение/утонышение слоя краски на отдельных участках не наблюдается;
- рельефность красочного слоя отсутствует;

⁶ ГОСТ Р 54766-2011 (ИСО 12647-2:2004). Национальный стандарт Российской Федерации. Технология полиграфии. Контроль процесса изготовления цифровых файлов, растровых цветоделений, пробных и тиражных оттисков. Часть 2. Процессы офсетной печати» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 13.12.2011 № 956-ст).

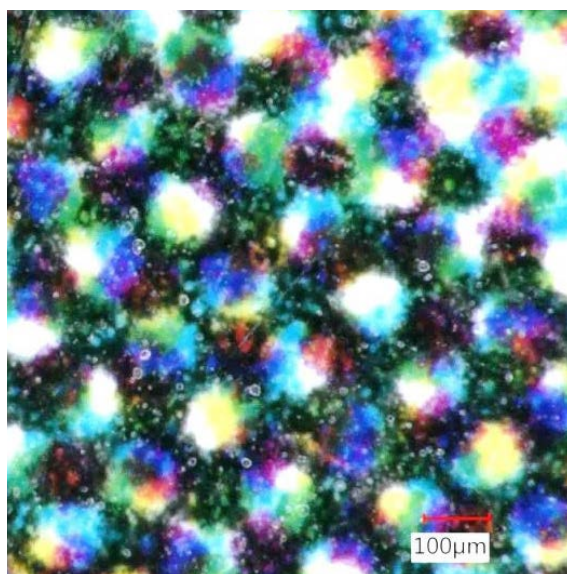
- натиск отсутствует;
- растровые точки имеют одинаковую, достаточно четкую форму, но края растровых точек неровные – «рваные», ломаные (эффект растекания), причем неровность края наблюдается по всему периметру растровой точки и имеет аналогичный характер для всех точек;
- по всей площади растровых точек наблюдаются микропросветы (микропузырьки), которые образуются в процессе увлажнения и раскати.

На рисунке 2 приведены примеры цветной офсетной печати с применением регулярного раstra.

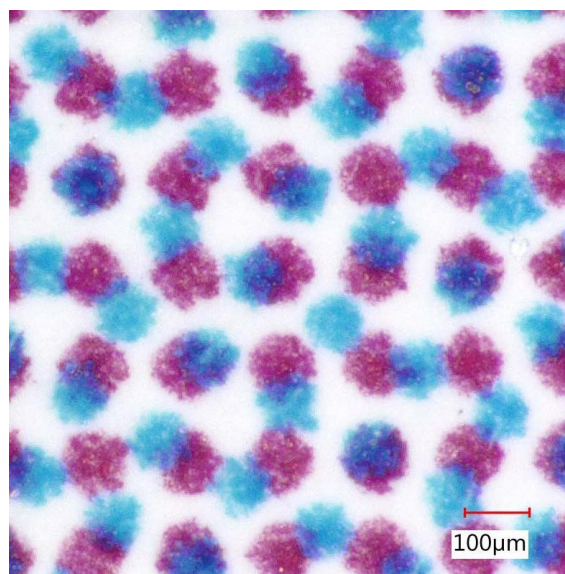
Цифровая офсетная печать

Технология Indigo, чаще называемая цифровым офсетом, это репрографический способ печати, при котором не изготавливаются постоянные печатные формы (печать производится с электронного оригинал-макета). Данная технология сочетает в себе жидкостную электрофотографию и офсет, что позволяет получать более точную по сравнению с фотоофсетом цветопередачу и яркие отпечатки на различных материалах.

Цифровой офсет обладает всеми преимуществами репрографической печати, как то минимизация процесса допечатной подготовки и экономичный расход материалов при печати малых тиражей. В настоящее время технология широко применяется при изго-



(a)



(b)

Рис. 2. Фотоофсет: *a* – на глянцевой бумаге; *b* – на бумаге с полимерным покрытием
Fig. 2. Offset printing: *a* – on glossy paper; *b* – on polymer coated paper

товлении различных видов упаковки, особенно из полимерных материалов, картона, в том числе и больших размеров.

В технологии Indigo используются жидкие маловязкие краски (4–7 цветов) на основе полимера и пигмента, которому химически заданы электростатические свойства. В качестве носителя используется легкое минеральное масло в составе красок. Частицы пигмента в красках очень мелкие (< 5 мкм), не подвержены образованию конгломератов и не оседают на пробельных участках, как при электрографической печати сухим тоном. Это позволяет получать тонкий красочный слой ~ 1 – 2 мкм, тогда как толщина слоя тонера при электрографической печати составляет обычно 5 – 7 мкм.

Печать по технологии Indigo осуществляется за один цикл, который состоит из двух основных этапов:

- Формирование изображения электрографическим способом.
- Перенос изображения офсетным способом.

Первый этап: изображение создается на формном цилиндре, который представляет собой металлический барабан, покрытый светочувствительной полимерной пленкой (фотоформа). Под действием света фотоформа заряжается до потенциала ~ -800 В. Далее, с помощью луча лазера формируется скрытое изображение, а участки, составляющие будущее изображение, засвечиваются. На засвеченных участках потенциал падает до ~ -100 В. Для создания видимого изображения используется проявляющий (накатной) цилиндр/вал, заряженный до ~ -400 В. Краска с носителем впрыскивается между формным цилиндром со скрытым изображением и проявляющим (накатным) валом (или краска в виде пленки без носителя накатывается на проявляющий вал). Из-за разности потенциалов заряженные частицы краски начинают перемещаться в направлении большего потенциала – в зонах скрытого изображения к формному цилиндру (от -400 В к -100 В), а в пробельных зонах к проявляющему (накатному) валу (от -800 В к -400 В). В результате перемещения краски на формном цилиндре образуется видимое (красочное) изображение.

Второй этап: перенос видимого изображения с формного цилиндра на токопроводящее офсетное резинотканевое полотно реализуется за счет разности потенциалов электростатического поля аналогично переходу краски с проявляющего (накатного)

вала на формный цилиндр. На офсетное полотно подается положительный потенциал (~ 500 В), при контакте (прижмем) формного цилиндра и офсетного полотна отрицательно заряженные частицы краски видимого изображения легко перемещаются. Рабочая температура офсетного цилиндра – около 140°C . За счет этого за время перехода краски с формного цилиндра на офсетное полотно она успевает подплавиться, становится мягкой и эластичной. При контакте с запечатываемым материалом подплавленная краска мгновенно застывает на нем, образуя тонкий, стойкий красочный слой. При этом офсетное полотно не успевает значительно нагреть запечатываемый материал, что очень важно при печати на термочувствительных материалах, таких, как полимерная пленка. После переноса красочного изображения на запечатываемый материал офсетное полотно остается чистым. Получающиеся отпечатки не нуждаются в сушке, имеют гляцевую поверхность и полностью готовы к послепечатной обработке [5].

В технологии Indigo используется один формный цилиндр и один офсетный вал, в отличие от традиционного офсета, где печать каждого цвета осуществляется в отдельной секции печатной машины. Полноцветное видимое изображение создается на формном цилиндре, после чего происходит его перенос сначала на офсетный цилиндр, а затем на запечатываемый материал.

Диагностические признаки цифрового офсета (печати по технологии Indigo)⁷:

- цвета в растровых точках яркие, насыщенные (по насыщенности близко к флексопечати и электрофотографии);
- изображение формируется на основе красок четырех базовых цветов, возможно использование до трех дополнительных цветов;
- растровые точки имеют неравномерный поверхностный блеск, похожий на блеск конгломератов тонера;
- краска в растровых точках распределена тонким слоем; при этом слой краски более плотный, чем при печати способом фотоофсета;
- рельефность красочного слоя не выражена;
- натиск отсутствует;
- растровые точки имеют четкую форму, достаточно четкие края, но менее отчетливые, чем при флексопечати;

⁷ Особое внимание уделено признакам отличия цифрового офсета от других способов печати.

- на поверхности растровых точек имеются оплавленные микронаслоения (сходство с микрочастицами тонера); микроразрывы не наблюдаются;
- хорошая смешиваемость краски разных цветов при наложении, ее частичное взаимное проникновение;
- на неокрашенном поле отсутствуют микрокапли краски (в отличие от электрофотографической печати);
- размер растровых точек при печати с оригиналов, изготовленных с использо-

ванием регулярного растра, изменяется не четко в соответствии с насыщенностью цвета на участке, как в фотоофсете или флексопечати, а колеблется – на слабоокрашенных участках более мелкие растровые точки смешиваются с более крупными (имеются признаки смешанного растра).

На рисунке 3 приведены примеры цветной цифровой офсетной печати с применением регулярного растра.

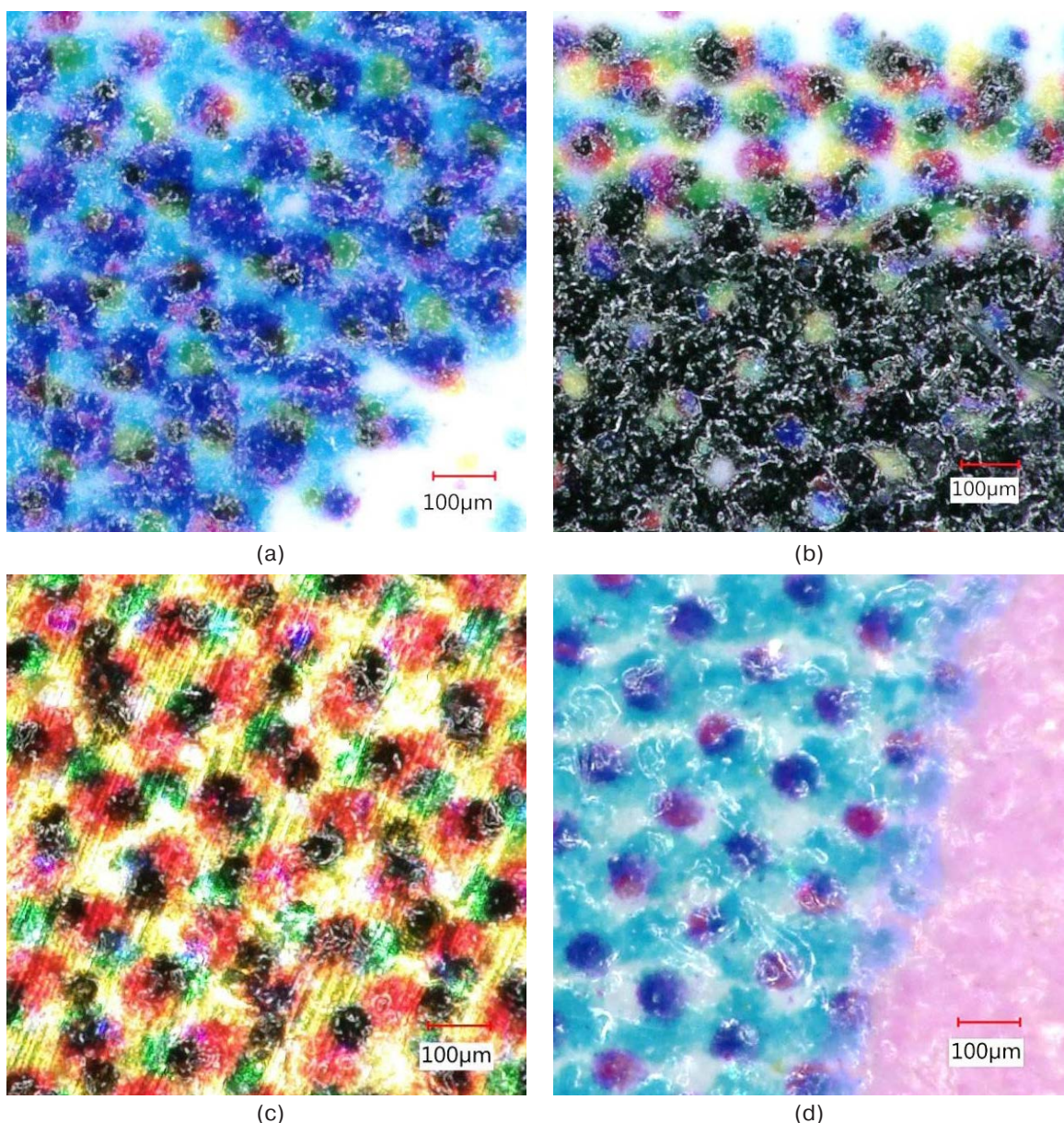


Рис. 3. Печать по технологии Indigo: *a, b* – на плотной глянцевой бумаге; *c, d* – на полимерной пленке с термоклеевой подложкой

Fig. 3. Printing by Indigo technology: *a, b* – on thick glossy paper; *c, d* – on a thermal adhesive backing used as a material

Цветная электрофотографическая/электрографическая/печать⁸

При данном способе репрографической печати формирование цветного изображения осуществляется путем его переноса за счет сил электростатического притяжения/отталкивания с последующим термическим закреплением на запечатываемом материале порошкового тонера базовых цветов (черного, пурпурного (малинового), желтого и голубого)⁹. Дополнительный блеск, эффект глянца получаемому изображению можно добавить за счет использования прозрачного тонера (Glossy). При печати цветных изображений на темной или прозрачной основе некоторые производители используют белый тонер, который позволяет создавать белую подоснову и получать сочные изображения с корректными цветами, в том числе с белыми элементами.

Несмотря на достаточно высокую себестоимость, полноцветная электрофотографическая печать достаточно часто применяется при изготовлении различной печатной продукции, в том числе маркировки и упаковки, так как является оперативной – не требует больших временных затрат, персонализированной – позволяет брать в работу тиражи «от одного экземпляра» – и мобильной – можно легко выполнить коррекцию.

Лидерами по производству систем для полноцветной электрофотографической печати являются концерны Xerox, Canon, Ricoh и Oki. Цифровые печатные машины электрофотографического типа в основном предназначены для печати на картоне и бумаге разной плотности (в том числе тонкой на подложке), а также с разными свойствами поверхности (например, крафтовой, рельефной, самоклеящейся). Многие современные печатные машины позволяют печатать также на полипропиленовых и полиэфирных материалах. На рынке в виде отдельного сегмента представлены принтеры для цветной узкоформатной

электрографической печати этикеток на бумажных и синтетических материалах (как рулонных, так и листовых), снабженные дополнительными системами ламинации, надсечки и вырубки (Oki, Graphtec и др.).

Диагностические признаки цветной электрофотографической печати:

- изображение состоит из сплавленных микрочастиц тонера разного цвета; если печать осуществляется с оригиналов, изготовленных с применением растривания, то эти растровые точки также образуются из сплавленных между собой микрочастиц тонера;
- изображение формируется путем наложения тонера четырех базовых цветов (возможно использование дополнительно бесцветного или белого тонера);
- цвета изображения (или растровых точек) насыщенные, а красочный слой достаточно плотный, объемный (обычно 5–7 мкм);
- красочный слой (тонер) лежит на поверхности запечатываемого материала, имеет ярко выраженную рельефность;
- натиск отсутствует;
- поверхность тонера оплавленная, неровная, с блеском застывшей смолы и наслоениями;
- форма растровых точек нечеткая; края растровых точек образованы отдельными хаотично расположенными микрочастицами тонера, они (или их конгломераты) наблюдаются также на пробельных (незапечатываемых) участках;
- по всей площади запечатываемой поверхности имеются защитные (скрытые) метки, представляющие собой повторяющиеся комбинации микроточек бледно-желтого цвета, которые, однако, не видны, если поверхность полностью запечатана.

На рисунке 4 приведены примеры цветной электрофотографической печати с применением регулярного растра.

Цветная струйная печать

При данном способе репрографической печати цветное изображение формируется из микрокапель чернил базовых, а иногда и дополнительных цветов, выстреливаемых из сопел печатающей головки.

Цветная струйная печать, часто называемая также струйной фотопечатью, в зависимости от поставленной задачи и вида запечатываемого материала возможна с использованием жидких чернил на водной основе (водорастворимых, пигментных,

⁸ Названия взаимозаменяемы, применяются для обозначения одного и того же способа печати. См.: ГОСТ 13.0.002-84. Государственный стандарт Союза ССР. Репрография. Термины и определения» (утв. и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 27.09.84 № 3400). ОСТ 29.40-2003. Стандарт отрасли. Технология и оборудование допечатных процессов в полиграфии. Термины и определения (утв. и введен в действие Приказом МПТР России от 03.07.2003 № 155).

⁹ Подробно о принципе электрофотографической печати см. работу А.В. Ефименко [6].

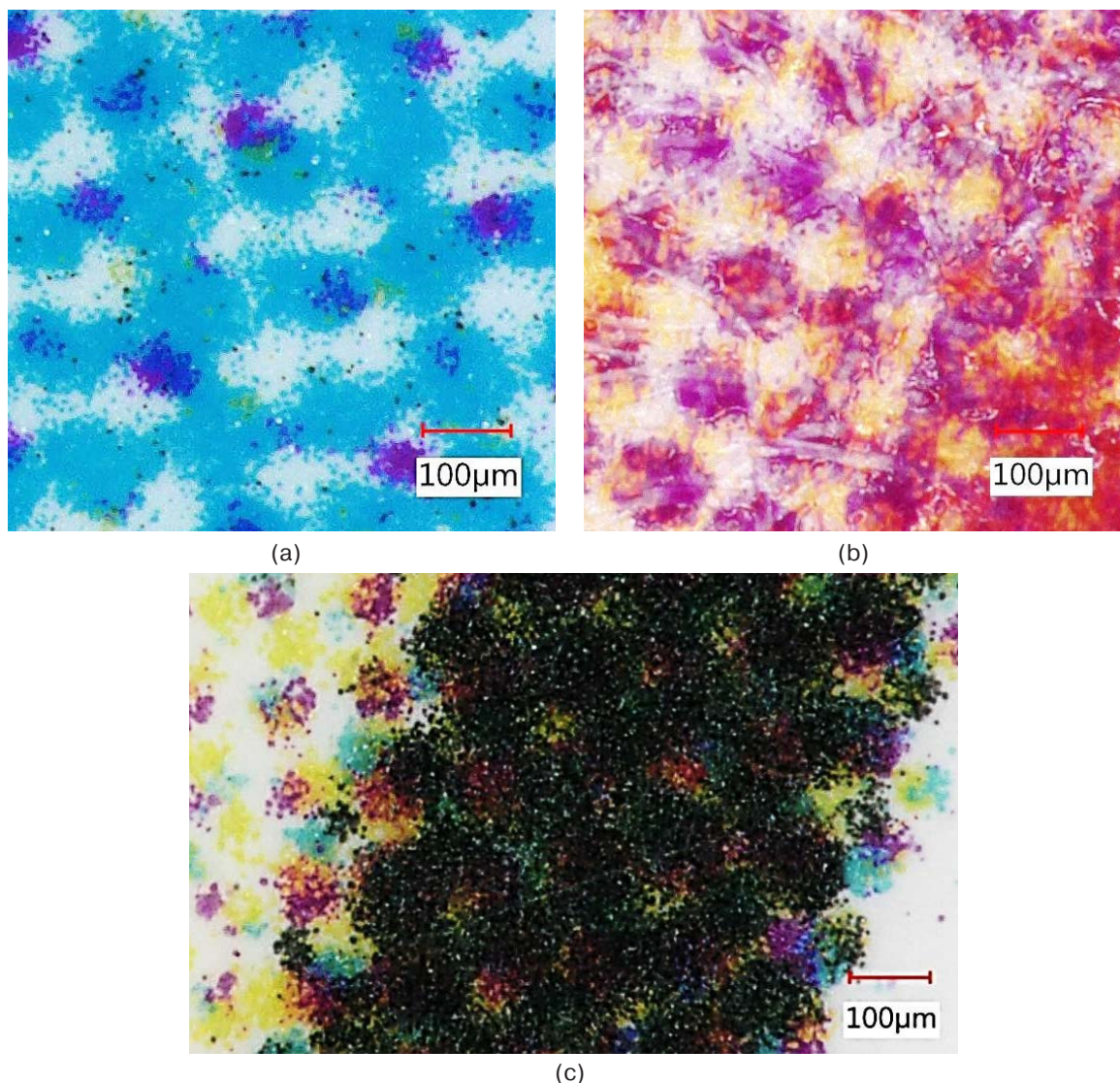


Рис. 4. Электрографическая печать: *a* – на полимерной самоклеящейся пленке на бумажном носителе; *b* – на тонкой бумаге с покрытием ламинат; *c* – на тонком картоне с глянцевым покрытием
Fig. 4. Electrographic printing: *a* – on a paper-based polymer self-adhesive film; *b* – on thin paper with laminate coating; *c* – on thin glossy-coated cardboard

УФ-отверждаемых), твердых чернил на основе высокомолекулярных соединений, переводимых в жидкое состояние путем нагрева (твёрдофазная печать), а также сольвентных чернил на основе специального растворителя – сольвента, состоящего из смеси углеводородов и ароматики¹⁰.

Печатающая головка струйного печатающего устройства может быть как движущейся, перемещающейся в процессе печати по горизонтали по ширине запечатываемого

материала (полотна), так и стационарной (неподвижной), когда изображение наносится на всю ширину запечатываемого материала в процессе его движения через зону печати (технология PageWide, Memjet).

Струйная фотопечать на принтерах с движущейся печатающей головкой осуществляется в основном с применением технологии «переменной капли» (сопла выстреливают капли двух или трех разных размеров). Технология позволяет печатать микрокаплями размером от 10 до 2 пкл (в зависимости от производителя и модели). Самые мелкие микрокапли часто трудно различить на изображении из-за их интеграции в капли большего размера, при этом их средняя величина при печати составляет

¹⁰ Печать сольвентными чернилами – получение изображения путем проникновения чернил в поверхностный полиэфирный слой материала за счет испарения растворителей, входящих в состав чернил, под воздействием температуры (нагрева). Для изготовления маркировочной и упаковочной продукции не применяется, поэтому в данной статье не рассматривается.

5-7 пкл. Размеры микрокапель разных цветов при печати, как правило, различаются (например, микрокапли голубого и пурпурного цвета могут быть двух размеров, а желтого – трех). Чаще всего они имеют не только округлую форму, но и форму овала или капли из-за движения при печати. Для промышленной многотиражной печати данная технология является недостаточно скоростной¹¹ [7].

Указанный недостаток отсутствует при струйной печати со стационарной печатающей головкой, которая содержит несколько тысяч сопел, выстреливающих капли за счет миниатюрных нагревательных или пьезоэлементов, расположенных под каждым соплом. Количество сопел зависит от ширины печати, обычно их больше десяти тысяч. Малый диаметр сопел позволяет получать одинаковые микрокапли округлой формы величиной ~ 2 пкл, что в среднем в два раза меньше капель при печати на принтерах с движущейся печатающей головкой.

Технология достаточно распространена в промышленной печати, широко применяется в специализированных скоростных компактных рулонных цветных струйных принтерах, предназначенных для создания этикеток и другой маркировки. Печать осуществляется на специальной рулонной, как правило, самоклеящейся бумаге или пленке, размещенной на подложке.

Последнее время на рынке появились струйные печатные машины для изготовления упаковки большого размера, в том числе из плотного картона, рулонной пленки. При работе с ними возможно использование как водных, так и УФ-чернил. Однако стоимость таких печатных машин очень высока, по рентабельности данная технология значительно уступает офсету и флексопечати. По этой причине распространения эти струйные печатные машины до настоящего времени не получили (есть сведения о наличии единичных машин в очень крупных зарубежных компаниях).

При печати жидкими УФ-отверждаемыми чернилами для их закрепления на запечатываемом материале (сушки) необходим специальный УФ-осветитель (в виде отдельного блока и (или) встроенный в печатающую головку). Эта технология достаточно распро-

странена в широкоформатной печати (плоттерах) на разнообразных материалах со структурной поверхностью (пластике, керамике и т. д.). Струйная печать УФ-отверждаемыми чернилами применяется для эксклюзивной печати, например, при создании дизайнерской упаковки. Для массового же изготовления этикеток такая печать практически не используется.

Диагностические признаки цветной струйной печати:

- изображение состоит из микрокапель чернил базовых цветов (возможны дополнительные цвета);
- цвет чернил яркий и насыщенный; если печать осуществляется с оригиналов, изготовленных с применением растривания, то растровые точки состоят из нескольких капель чернил и не имеют четкой одинаковой формы, как в фотоофсете;
- рельефность красочного слоя отсутствует;
- микрокапли чернил (или растровые точки) равномерно окрашены и имеют слабый блеск; слой чернил тонкий, пузырьковость, наличие пробелов для микрокапель не характерны;
- следы натиска в микрокаплях чернил (или растровых точках) отсутствуют;
- микрокапли проникают или частично проникают в поверхностный слой запечатываемого материала (данный признак особенно хорошо заметен на бумаге);
- при печати на принтерах со стационарной печатающей головкой все микрокапли чернил имеют круглую форму и примерно один и тот же размер;
- при печати на принтерах с движущейся печатающей головкой микрокапли чернил могут иметь различную форму – округлую, овальную, каплеобразную – в зависимости от вида запечатываемого материала и скорости печати; размер капель может быть одинаковым, а может различаться;
- на четкость границ микрокапель чернил существенно влияют свойства поверхности запечатываемого материала; если это бумага со специальным покрытием для струйной печати, то границы микрокапель будут четкие; при печати на других материалах края могут быть неровные, «рваные»;
- при печати УФ-чернилами цвет микрокапель менее насыщенный, более матовый, цвета лучше смешиваются при наложении, что в совокупности дает плавные, мягкие переходы цвета, «эффект живописи»; форма капель менее четкая и размытая.

¹¹ Основные технологии струйной печати // ORGPRINT (отраслевой информационный портал о расходных материалах, печатающих устройствах и таблицах совместимости между ними). <https://www.orgprint.com/wiki/strujnaja-pechat/tehnologiya/>; LABELS // Memjet (официальный сайт компании по производству печатных технологий и комплектующих). <https://www.memjet.com/markets/labels/>

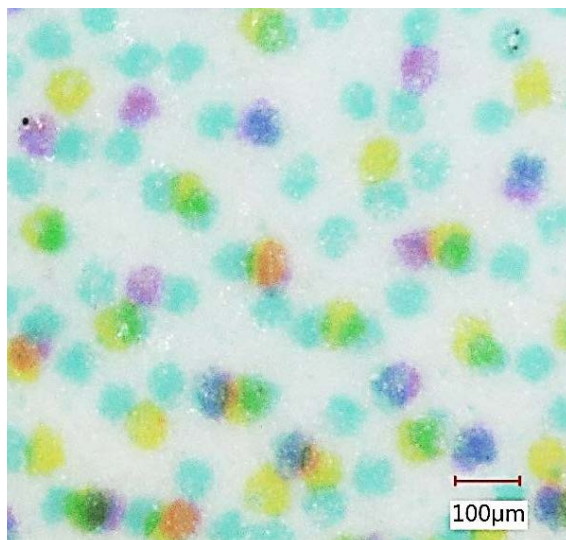
На рисунках 5 и 6 приведены примеры цветной струйной печати жидкими чернилами.

Твердофазная печать по технологии Solid Ink

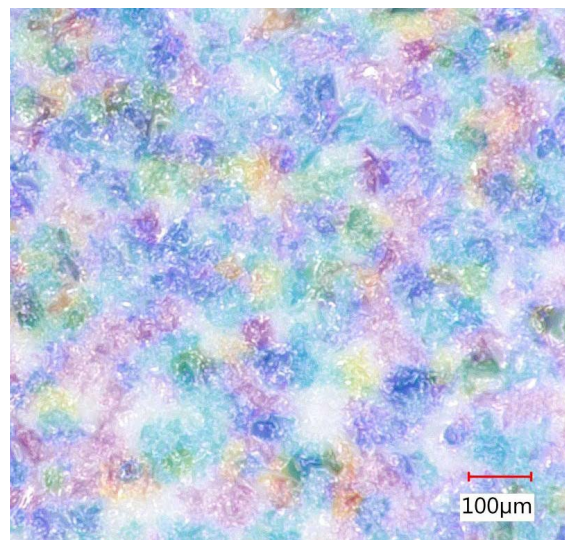
Струйную термическую печать, называемую также твердофазной, некоторые специалисты считают разновидностью струйной печати, а другие – термической. Принцип и признаки данной печати описаны в работе А.П. Степанова [8].

По мнению автора статьи, это вид струйной репрографической печати, так как основан он на том же принципе – выстреливании каплей из сопел печатающей головки.

В промышленной печати для изготовления маркировочной и упаковочной продукции применяется технология Solid Ink, являющаяся комбинацией твердофазной и офсетной печати. Правообладателем данной технологии в настоящее время явля-



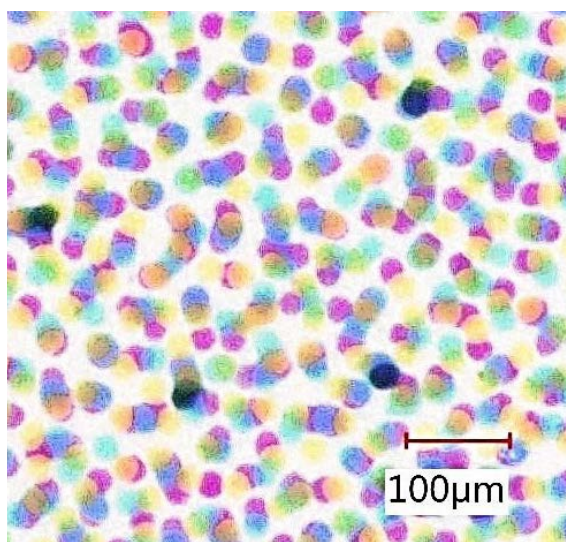
(a)



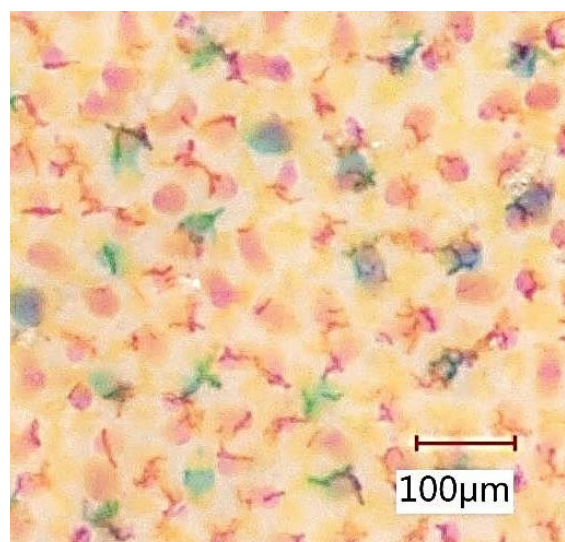
(b)

Рис. 5. Струйная печать на принтере с подвижной печатающей головкой на бумаге с покрытием для струйной печати: *a* – чернилами на водной основе; *b* – УФ-чернилами

Fig. 5. Moving printhead inkjet printing on coated inkjet paper: *a* – with water-based inks; *b* – with UV ink



(a)



(b)

Рис. 6. Струйная печать на принтере со стационарной печатающей головкой: *a* – на самоклеящейся бумаге со специальным полимерным покрытием на подложке; *b* – на полимерной пленке, наклеенной на бумажную подложку

Fig. 6. Stationary printhead inkjet printing: *a* – on self-adhesive paper with special polymer coating on the substrate; *b* – on polymer film adhered to a paper substrate

ется корпорация Xerox, которая выпускает специализированные печатные машины.

Для печати используются цветные твердые чернила на основе высокомолекулярных соединений. Их базовыми компонентами являются воск, легкие полимеры и специальный краситель. Чернила имеют температуру плавления не ниже 100°C.

Технология печати Solid Ink следующая. Чернила в виде брикетов загружаются в специальные резервуары, подогреваемые до ~ 130–140°C, где расплавляются и поддерживаются в жидком состоянии в течение всего цикла работы печатной машины. Печать осуществляется при помощи микрокапель горячих чернил с использованием стационарной подогреваемой печатающей головки. Изображение формируется на вращающемся промежуточном барабане из анодированного алюминия, покрытом тонким слоем специальной силиконовой смазки. Чернила, попадая на барабан, мгновенно густеют и закрепляются на его поверхности. Благодаря стационарной печатающей головке и одновременному нанесению цветов, скорость печати достаточно высокая. При протягивании слегка подогретого листа/рулона между промежуточным барабаном с нанесенным на него красочным изображением и прижимным барабаном нагретые размягченные чернила переносятся на запечатываемый материал, на котором, остывая, прочно закрепляются. Изображение полностью переносится на материал за один проход (при односторонней печати). После нанесения изображения лист/рулон прокатывают через сглаживающие валики, придающие изображению гляцевый вид. В итоге получаются яркие изображения фотографического качества.¹²

Диагностические признаки твердофазной печати по технологии Solid Ink:

- изображение яркое с блеском, состоит из микрокапель чернил базовых цветов (могут использоваться дополнительные цвета);
- красочный слой плотно сцеплен с поверхностным слоем бумаги и устойчив к механическому воздействию; если бумага не имеет специального полимерного покрытия, то микрокапли чернил проникают между волокнами бумаги за счет расклатки в нагретом состоянии;
- красочный слой плотный, ровный и осязаемый на ощупь (присутствует рельефность);

- микрокапли чернил имеют вид «лопнувших пузырьков» – почти неокрашенная середина и окрашенные края (в отличие от струйной печати и фотоофсета, где окрашивание микрокапель равномерное по всей поверхности);

- края микрокапель чернил ровные, четкие;
- натиск отсутствует;
- размер микрокапель примерно в 2 раза больше размера капель при печати жидкими чернилами со стационарной печатающей головкой (используются сопла большего диаметра);
- вдоль краев штрихов текста отсутствуют капли-сателлиты, так как используется стационарная печатающая головка; края штрихов четкие и ровные.

На рисунке 7 приведены примеры печати по технологии Solid Ink с применением стохастического растра.

Термотрансферная печать

Несмотря на то, что термотрансферную печать нельзя назвать полноцветной, и посредством нее не удастся получить изображения фотографического качества, данный способ с середины 80-х годов прошлого века широко и повсеместно используется для изготовления маркировочных наклеек, простых по дизайну этикеток, ярлыков и ценников.

Термотрансферные принтеры имеют высокую скорость и низкую себестоимость печати, что особенно актуально для крупных торговых компаний и складских комплексов с большим товарооборотом. Поэтому нельзя не уделить ей внимание, учитывая распространенность данной технологии при изготовлении маркировочной и упаковочной продукции.

Технология термотрансферной печати достаточно проста и заключается в следующем [9]. Изображение формируется на красящей термотрансферной ленте риббон (англ. Ribbon) с помощью точечных тепловых импульсов, направляемых нагревательными элементами термической печатающей головки, после чего путем прижима нагретое красочное изображение с упомянутой ленты переносится на запечатываемый материал.

Термическая печатающая головка (термоголовка) состоит из множества точечных нагревательных элементов (так называемых пикселей), передающих тепловой импульс термотрансферной ленте и расположенных в ряд с определенным шагом, определяю-

¹² Технология Solid ink от Xerox // ORGPRINT. 17.12.2012. <https://www.orgprint.com/wiki/tvjordotelnaja-pechat/tehnologija-Xerox-Solid-ink>

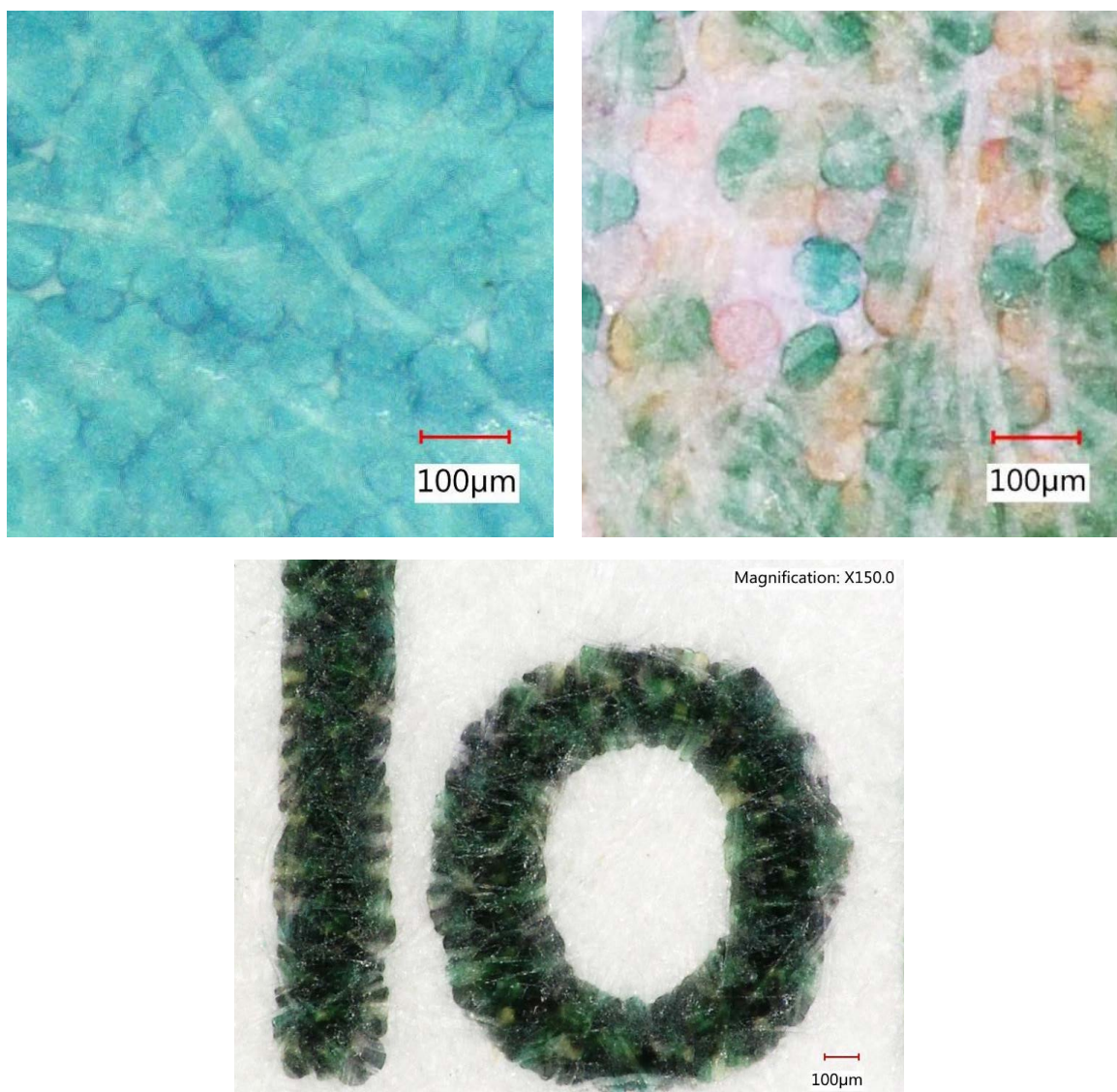


Рис. 7. Твердофазная печать по технологии Solid Ink на глянцевой бумаге
Fig. 7. Solid Ink printing on glossy paper

щим разрешение печати. Чем больше нагревательных элементов (пикселей) у головки, тем выше разрешение и качество печати.

Риббон представляет собой полимерную пленку, на одну сторону которой нанесен термоплавкий краситель, а на другую – специальное покрытие, защищающее печатающую головку. Риббоны выпускаются в виде рулонов различной ширины и цветов (в том числе золотого и серебряного), каждому цвету печати соответствует своя лента. Выпускаемые для печати рулонные материалы (чаще всего, это бумага на термоклеевой подложке) имеют соответствующую ширину.

Обычно термотрансферным способом печатают одноцветные, иногда двух-, трехцветные изображения. Часто маркировку, отпечатанную таким способом, клеят на товарные ярлыки и упаковку.

Диагностические признаки термотрансферной печати:

- красящее вещество расположено на поверхности материала; поверхность гладкая, равномерно оплавленная, видна рельефность покрытия;
- границы штрихов неровные, ступенчатые; часто присутствует небольшая размытость границ;
- на границах просматриваются отдельные точки, похожие на следы от игл матричного принтера, но следы давления в точках отсутствуют;
- изображение яркое с блеском.

На рисунке 8 приведены примеры термотрансферной печати на различных материалах.

Заключение

В статье были рассмотрены современные способы промышленной печати, применяемые при изготовлении этикеток, ярлыков и упаковки. Особое внимание уделено технологиям Indigo и Solid Ink, которые, несмотря на их распространенность, мало изучены и не описаны в криминалистической литературе.

Исследование структуры растра и морфологии растровых точек дает дополнительную и очень важную информацию для установления способа изготовления печатной продукции. Применение на практике комплексов признаков, выделенных автором, позволит эксперту провести более глубокое исследование,

правильно определить технологию печати, в частности отличить фотоофсет от цифрового офсета, цифровой офсет – от флексографской и твердофазной печати, термотрансферную печать – от матричной, а также диагностировать вид струйной печати. Кроме того, это позволит получить необходимую дополнительную информацию в ходе расследований по делам, связанным с установлением источника происхождения того или иного товара. Описанные в статье признаки могут сыграть важную роль в изучении защищенной полиграфической продукции (документов, удостоверяющих личность и т. д.) с целью установления фактов их фальсификации.

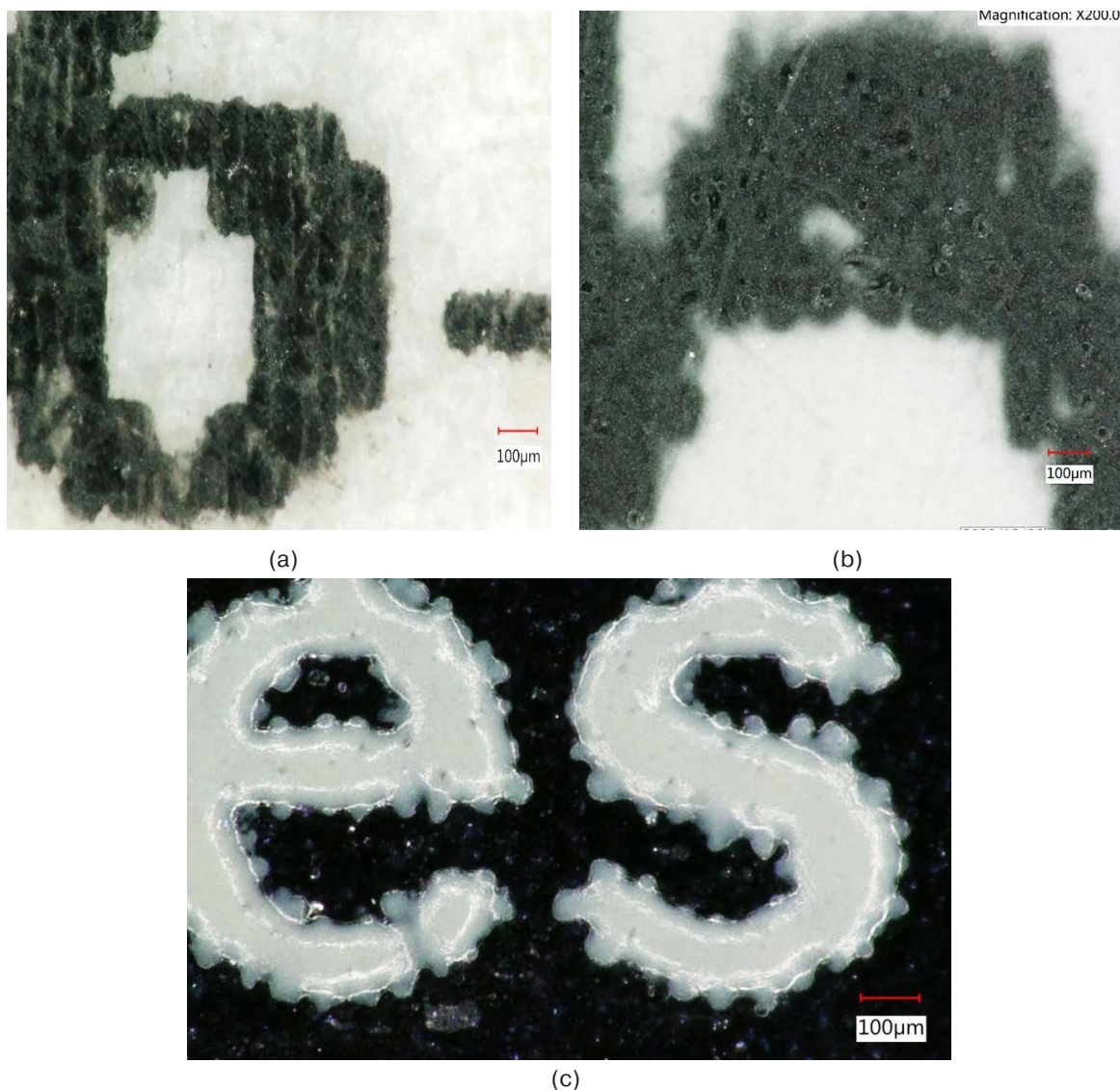


Рис. 8. Термотрансферная печать: а – на бумаге без полимерного покрытия; б – на синтетическом материале; с – на фольгированном картоне

Fig. 8. Thermal transfer printing: a – on uncoated paper; b – on synthetic material; c – on foil cardboard

Печатное производство постоянно развивается, и одним из основных векторов его развития является совершенствование комбинированных технологий – сочетания

нескольких способов печати, на что эксперту следует обращать особое внимание при проведении исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шашкин С.Б. Основы судебно-технической экспертизы документов, выполненных с использованием средств полиграфической и оргтехники (теоретический, методологический и прикладной аспекты) // Галышина Е.И., Смотров С.А., Шашкин С.Б., Молоков Э.П. Теория и практика судебной экспертизы. Сборник. СПб: Питер, 2003. С. 325–592.
2. Комплексное криминалистическое исследование документов, изготовленных полиграфическими способами: методическое пособие для экспертов / гл. ред. А.А. Гусев [и др.]. М.: ВНИИСЭ, 1985. 98 с.
3. Павлов И.В., Потапов А.А. Контроль подлинности документов, ценных бумаг и денежных знаков: учебно-справочное пособие. М.: Техносфера, 2006. 472 с.
4. Румянцев В.Н. Узкорулонные флексографские машины: особенности построения и конструкции // Флексо Плюс. 2000. № 5 (17). <https://flexomir-v.ru/blog/chto-takoe-fleksopechat/>
5. Игнатов К. Цифровая офсетная печатная машина HP Indigo (на примере модели 5500) // Publish. 01.10.2007. https://www.publish.ru/articles/200708_4741385
6. Ефименко А.В. Судебно-техническая экспертиза документов, изготовленных с использованием электрофотографических печатающих устройств: монография. Саратов: СЮИ МВД России, 2010. 180 с.
7. Кахилл В., Хаткевич С. В сердце прогресса струйной печати // Publish. 02.06.2017. https://www.publish.ru/articles/201706_20013751
8. Степанов А.П. Особенности технико-криминалистического исследования документов, изготовленных на твердочернильных струйных принтерах // Судебная экспертиза. 2008. № 4 (16). С. 53–60.
9. Казакова С.Е. Виды и принципы устройства термопринтеров // Судебная экспертиза: российский и международный опыт. Материалы международной научно-практической конференции. Волгоград: ВА МВД России, 2012. С. 245–251.

REFERENCES

1. Shashkin S.B. The Basics of Forensic Examination of Documents Made by Means of Printing and Office Equipment (Theoretical, Methodological and Applied Aspects). In: Galyashina E.I., Smotrov S.A., Shashkin S.B., Molokov E.P. *Theory and Practice of Forensic Science. Compilation*. Saint Petersburg: Piter, 2003. P. 325–592. (In Russ.).
2. Gusev A.A. (Ed.). *Complex Forensic Examination of Documents Produced by Printing Techniques: Handbook for Experts*. Moscow: VNIIE, 1985. 98 p. (In Russ.).
3. Pavlov I.V., Potapov A.A. *Authenticity Control of Documents, Securities and Banknotes: Study Guide*. Moscow: Tekhnosfera, 2006. 472 p. (In Russ.).
4. Rumyantsev V.N. Narrow-Roll Flexographic Machines: Features of Building and Construction. *Flexo Plus*. 2000. No. 5 (17). (In Russ.). <https://flexomir-v.ru/blog/chto-takoe-fleksopechat/>
5. Ignatov K. Digital Offset Printing Machine HP Indigo (Based on Model 5500). *Publish*. 01.10.2007. https://www.publish.ru/articles/200708_4741385
6. Efimenko A.V. *Forensic Examination of Documents Made Using Electrophotographic Printing Devices. Monograph*. Saratov: SYul MVD Rossii, 2010. 180 p. (In Russ.).
7. Kakhil V., Khatkevich S. At the Heart of the Progress of Inkjet Printing. *Publish*. 02.06.2017. https://www.publish.ru/articles/201706_20013751
8. Stepanov A.P. Features of Technical and Forensic Study of Documents Made on Solid Ink-jet Printers. *Forensic Examination*. 2008. No. 4 (16). P. 53–60. (In Russ.).
9. Kazakova S.E. Types and Principles of Thermal Printers. *Forensic Science: Russian and International Experience. Materials of the International Scientific and Practical Conference*. Volgograd: VA MVD Rossii, 2012. P. 245–251. (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Торопова Марина Владимировна – к. юр. н., главный научный сотрудник отдела научно-методического обеспечения ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России; e-mail: umo@sudexpert.ru

ABOUT THE AUTHOR

Toropova Marina Vladimirovna – Candidate of Law, Principal Researcher of Scientific and Methodological Support of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; e-mail: umo@sudexpert.ru

Статья поступила: 20.01.2023
После доработки: 15.02.2023
Принята к печати: 02.03.2023

Received: January 20, 2023
Revised: February 15, 2023
Accepted: March 02, 2023