**Перспективы цифровой печати в этикеточном и упаковочном производстве**

**Обзор подготовлен к.т.н. В. Филиным**

Этикеточная печать и упаковочное производство давно стали неотъемлемым сектором рынка печатной продукции. Создается новое оборудование, увеличиваются объемы производства этикеток и упаковки с использованием современных технологий печати и послепечатной обработки продукции. Общий объем рынка мирового упаковочного производства, по материалам американского консультационного бюро I. T. Strategies, в 2002 году с распределением по его сегментам характеризовался цифрами, представленными на рис. 1, где этикетки среди остальных видов упаковочной продукции занимали 9% при абсолютной величине всего рынка в 21 млрд долларов США с дальнейшим его ростом к 2004 году до 90 млрд долларов США. В полиграфической отрасли рынок цифровой печати занимает все более значительное место. Растет печатное производство по требованию. По некоторым данным, на 2008 год прогнозируется производство цифровой печатной продукции в объеме 50 млрд долларов США.

Цифровая печать, по определению швейцарского Союза развития научных исследований в полиграфической промышленности Ugra, представляет собой перенос по точкам текста и иллюстраций из цифровой памяти ЭВМ на печатный материал. Это определение очень емкое и содержит две важные характеристики цифровой печати: во-первых, данные об изображении должны быть представлены в цифровом виде и доступны для цифрового процесса с соответствующей скоростью, в производственном процессе не должны быть использованы никакие аналоговые материалы, например фотопленка, что имеет место в обычном допечатном рабочем процессе Workflow. И во-вторых, существенное требование относится к технике, примененной в цифровой печати: цифровые печатные машины должны обеспечивать непрерывный перенос данных со скоростью 500 Мбит/с и более. В настоящее время такие скорости еще представляют проблему. Однако, учитывая быстрые темпы развития вычислительной техники, эти ограничения в обозримом будущем будут, вероятно, преодолены.

Цифровую печать также часто определяют как "способ, в котором печать может выполняться непосредственно из цифрового массива данных допечатных процессов и нет никакой необходимости в отдельном изготовлении печатных форм вне печатной машины". При этом появляется возможность экономичной печати тиражей начиная от одного экземпляра.

Цифровая печать является в первую очередь способом, ориентированным на изготовление документов и рекламных изделий. В области же этикеточного и упаковочного производства появляются специфические требования, которые в этом сегменте рынка предъявляются к машинам и процессам. Это такие особые требования, как необходимость высокого качества, надежность машин, лучшие условия для ухода за ними со стороны пользователя и т.д. Если же рассматривать все конкретные требования, которым должна здесь удовлетворять цифровая печатная машина, то можно выделить их 4 основные группы, которые характеризуют именно оборудование для этикеточной и упаковочной печати. Рассмотрим эти требования, реализованные, как мы увидим дальше, в конкретном печатном оборудовании, имеющемся на рынке.

**1. Облагораживание продукции в этикеточном и упаковочном производстве**

Примеров такого облагораживания можно представить сколько угодно. Если посетить, например, любой продовольственный магазин, то на его полках и витринах сразу же бросается в глаза разноцветье и блеск этикеток и упаковок. А если же попробовать привести в систему все возможности облагораживания продукции, то мы встретим здесь использование таких оформительских материалов, как:

- декоративные и особые краски, используемые, прежде всего, в фирменных товарах;

- золотые и серебряные оттенки;

- лакирование и эффектные пигменты, светящиеся краски, защитная печать.

До последнего времени большинство цифровых печатных систем имели возможность печати только в 4 основные, как мы их называем, шкальные, краски. Поэтому здесь особое значение имеет искусное использование системы управления цветами для возможно более точного представления особых при их соответствующей комбинации шкальных красок. Однако в противоположность обычной печати построение профилей цветов для машин цифровой печати выполняется очень просто. Здесь отсутствуют трудоемкое изготовление печатных форм с необходимыми на них контрольными элементами, а также простои машин, связанные с их трудоемкими и длительными приладками.

**2. Послепечатная обработка включает целый ряд технологий**

К ней относятся:

- фальцовка и биговка с их проблемами отслаивания толстослойных тонеров;

- антифрикционные меры;

- термосклеивание;

- приклеивание с проблемой закрепления клеев;

- стерилизация при упаковке продовольственных продуктов или продуктов питания для животных, где упаковка с этикеткой заполняется после печати и в заключение упрочняется тепловой обработкой.

**3. Прочность, подлинность, надежность**

Здесь применительно к этикеткам и упаковкам могут быть отмечены:

- обеспечение подлинности продуктов питания;

- аспекты здоровья (соответствие установленным нормативам и соответствующим официальным допускам);

- стойкость к нагреванию, например при стерилизации;

- прочность к тепловому воздействию при обработке в духовке и микроволновой печи;

- стойкость к глубокому замораживанию.

**4. Особые печатные материалы**

Наряду с бумагой и полимерными материалами в этикеточном и упаковочном производстве могут применяться картон, металлизированные или полимерные пленки, а также соединительные материалы. В зависимости от того, применяются ли в печатном производстве первичные или вторичные, а также подарочные упаковки или переупаковки, следует выполнять другие дополнительные требования. Некоторые печатные материалы можно обрабатывать только способом цифровой печати. При прямой печати на гофрированном картоне продукция может, например, изготавливаться способом струйной печати, так как иначе должна будет выполняться предварительная запечатка. Многие пленки вообще нельзя обрабатывать способом офсетной печати, но это можно делать способом электрофотографии.

Изготовители цифровых печатных машин до настоящего времени не всегда испытывают удовлетворение от требований, выдвигаемых клиентами. Например, некоторые пользователи даже самостоятельно проводят эксперименты, потому что иначе им не удается осуществить прорыв цифровой печати в этикеточное и упаковочное производство. Изготовляемые во время этих экспериментов образцы часто терпят неудачи даже при простых стандартизированных тестах, которые давно успешно используются для обычных красочных систем. Среди них известен ряд тестов.

1. Тест с решетчатым надрезом, или тест с клейкой лентой. Оба эти теста служат для оценки адгезии печатной краски или тонера к субстрату и применяются как по отдельности, так и в комбинации один с другим. Оценка осуществляется визуально в зависимости от количества отслоенной краски или тонера.

2. Тест на стойкость к образованию заломов, складок заключается в том, что запечатанный субстрат испытывается в специальном устройстве; этот тест дает возможность установить на субстрате требуемые параметры заломов и образования складок. Условия испытания подбираются таким образом, что при них тонер не должен отделяться от субстрата.

3. Тест на стерилизацию, который проводится в стандартном исполнении при 121оС в течение 30 мин в горячей воде или паром. Стандартный тонер, как правило, не выдерживает эти условия. Он или полностью растворяется, или на печатном изображении образуются случайно расположенные водяные капли.

4. Тест на истирание или износ часто проводят с помощью специального устройства. Вырезается круглый образец, закрепляется на вращающемся диске и обрабатывается посредством фрикционного колеса, которое может иметь различные значения твердости и шероховатости.

Какие же способы цифровой печати следует считать оптимальными для этикеточного и упаковочного производства? С учетом выполнения всех требований следует, прежде всего, рассмотреть те из них, которые, в основном, созданы для этикеточной и упаковочной печати.

Электрофотография, которая появилась еще в 1938 году под названием "ксерография", получившая сокращенные названия EF или EP, начала свой путь на мировом рынке с появления в 1987 году цветного лазерного копировального устройства CLC фирмы Canon. Наряду с монохромными системами, в 1993 году появились первые полноцветные цифровые печатные машины первопроходцев электрофотографической технологии фирм Xeikon и Indigo. Затем в 2000 году машиностроительные фирмы Heidelberg и MAN Roland представили свои разработки в этой области для коммерческой печати.

Так, фирма Heidelberg в кооперации с фирмой Kodak основали предприятие NexPress, машины которого, работающие на EF-принципе и известные теперь как NexPress 2100, с 2001 года появились на рынке.

Фирма MAN Roland стала OEMпартнером фирмы Xeikon и представила на рынок свои цифровые печатные машины DICO, что расшифровывается как Digital-Change-Over. Позднее фирма Xeikon перешла к международной компании Punch и сконцентрировала свою деятельность на разработках в области обособленной технологии рулонной печати.

В настоящее время в производственном портфеле фирмы Xeikon имеются такие многокрасочные цифровые рулонные машины для высококачественной печати этикеток и другой продукции, как Xeikon 5000 для печати этикеток и упаковок большими тиражами, Xeikon 500 для малых и средних тиражей, Xeikon 320 для узкоформатной продукции и Xeikon 330 специально для печати этикеток наивысшего качества. При этом печать может выполняться не только на бумаге, но и на различных полимерных материалах.

Фирма Xerox, являющаяся активным игроком рынка цифровой печати, разработками в полнокрасочной области сконцентрировала свою деятельность в листовом сегменте производства и сделала крупный скачок вперед созданием серии DocuColor 2000 и ее усовершенствованиями. Посредством же своего флагмана - машины iGen3 - она активно вышла на рынок высококачественной и высокопроизводительной цветной цифровой печати, где уже зарекомендовала себя машина NexPress.

Электрофотографические EP-системы были созданы специально для рынка этикеточного и упаковочного производства, которые были рассчитаны как раз на одностороннюю печать. В этой области появился ряд цифровых печатных машин.

Был выпущен на рынок ряд машин, созданных их производителями с OEMпартнерами, таких как MAN DicoPack, Xerox DocuColor 100, IBM Infoprint Color 100 и другие.

Модельный ряд hp Indigo ws 2000/4000 включал оборудование для рулонной и листовой печати. Входящая в него рулонная система ws 2000 выпускалась раньше на рынок под названием Omnius Webstream, а машина hp Indigo s2000, известная ранее под названием Multistream, предназначена для печати на листовых материалах.

Электрофотографический процесс печати обеспечивает беспроблемную печать на многих упаковочных субстратах, таких как ПЭТ (полиэтилентерефталат), алюминий, бумага с металлизированным ПЭТ и др.

В этикеточном и упаковочном производстве применяется цифровое печатное оборудование с сухими и жидкими тонерами. Возможности облагораживания этикеточной и упаковочной продукции на электрофотографических системах Xeikon с сухими порошкообразными тонерами обеспечиваются модульными лакировальными и послепечатными устройствами Labelsprint и Ucoat с применением флексографской печати. Использование особых красок в этикеточной и упаковочной печати позволяет печатать на этих изделиях пятую краску. Например, для контрастной печати, особенно на небелых упаковочных материалах, можно печатать дополнительно белой кроющей краской.

Для фиксирования отпечатанного изображения фирма Xeikon использует различные технологии, среди которых тепловое бесконтактное ИК-фиксирование или фиксирование теплым воздухом, занимающие главные места. Разработка же специальных систем тонеров для упаковок, например с дополнительной сшивкой молекул, не считается актуальной.

С успехом используются, кроме бумаг различных сортов, специальные печатные материалы, используемые в упаковочной и этикеточной печати, металлизированные и полимерные пленки и пр. Небольшие модификации машин, базирующихся на конструкциях типа Xeikon, таких как Xerox DocuColor 100 позволяют осуществлять печать на алюминиевой фольге (крышки для йогурта, а также крышки для продуктов питания животных).

Необходимо отметить, что печать с рулона на рулон типична для упаковочной печати. Безупречная транспортировка полотна гибких материалов через машину часто предъявляет более жесткие требования, чем при печати на бумаге. Поэтому здесь осуществляется модификация систем намотки и размотки рулонов.

Системы hp Indigo с жидкими тонерами характеризуются также рядом особенностей.

В области специальных красок машины фирмы Indigo обеспечивают возможность печати жидкими тонерами в 6 или 7 красок, поэтому здесь имеется достаточно простора для оформительских и специальных цветов. Благодаря системе Indichrome имеется возможность максимально из 9 основных цветов получать путем автономного смешения множество оттенков и даже цвета системы Pantone. С другой стороны, расширенная цветовая гамма обеспечивается путем добавления в линию оранжевого и фиолетового цветов.

Что касается фиксирования, то преимущество системы Indigo состоит в отсутствии какого-либо фиксирующего состава. Однако при работе с некоторыми печатными материалами процесс Indigo требует нанесения праймеров перед печатью для улучшения сцепления краски с основой.

В области электрофотографии, применяемой в этикеточной и упаковочной печати, ряд процессов в последнее время существенно усовершенствован. Эти усовершенствования коснулись, в частности, тонеров и технологии струйной печати.

Более высокое разрешение и лучшая соизмеримость с обычными способами печати требуют более тонкого распределения размеров частиц. Обычные порошковые тонеры подвергаются тонкому размолу, и их частицы имеют в среднем размеры от 8 до 10 мкм. Применение частиц мельче 5 мкм запрещено, так как образующаяся при этом пыль оказывает вредное воздействие на легкие человека. В процессе размола образуются частицы различных размеров, которые трудно классифицировать. Был разработан новый способ изготовления тонера, названный фирмой Xerox способом эмульсионной агрегации EA. Он представляет собой химический процесс, который обеспечивает исключительно точное распределение частиц размером порядка 5 мкм. После фиксирования толщина слоя тонера составляет около 2 мкм, что приближается к параметру офсетной печати. Над соответствующими проектами работают фирмы Canon, Oce, OKI и другие.

Отслаивание толстых слоев сравнительно хрупкого тонера при фальцовке электрофотографических отпечатков является проблемой, особенно в производстве складных коробок. В данном случае помощь оказывают или дополнительная биговка, или новые разработки в области тонеров. При этом для нанесения тонких слоев более предпочтительными являются жидкие тонеры.

Актуальным является вопрос снижения цен на тонеры, и расширение использования цифровой печати, а также жесткая конкуренция среди производителей могут оказать определенную помощь в решении этого вопроса.

В отношении скорости печати в электрофотографии существуют определенные физические границы ее увеличения, причем на них оказывают влияние при переносе тонера на печатную основу определенные электростатические поля и фиксирование изображения. Для надежного переноса определенных количеств тонера фирма Xerox в своей машине iGen3 применила ряд разработок, например ультразвуковую поддержку.

Большие достижения за последние годы касались, без сомнения, развития струйной технологии, физические границы которой пока не выявлены. Для генерирования капель в струйной технологии применяются в основном термический метод (часто называемый импульсно-пузырьковым) и пьезоэлектрический эффект. Пьезотехнология имеет существенное преимущество по сравнению с термическим формированием капель, заключающееся в том, что с ее помощью можно создавать более широкую полосу цветовых характеристик, так как чернила подвергаются лишь незначительной термической нагрузке. В зависимости от потока капель различаются системы непрерывного образования капель и системы "капля по требованию".

В струйных принтерах с системой непрерывного образования капель образуется непрерывный поток капель. Все капли, которые не должны передаваться на поверхность оттиска, поступают в приемную улавливающую воронку. Чтобы направить нужные капли на печатную поверхность, они заряжаются электростатически и отклоняются при этом таким образом, что проходят мимо воронки, попадая на требуемые участки печатного материала. В связи с тем что эта система имеет сложности при включении и выключении принтера и постоянные потери растворителя, разработки струйной печати все больше перемещаются в направлении совершенствования систем "капля по требованию". Физические и механические свойства струйных принтеров и печатной технологии с жидкими тонерами являются более благоприятными по отношению к послепечатной обработке, чем системы с сухими тонерами.

Краски для струйной технологии, в отличие от других способов печати, должны обладать жидкотекучими свойствами и не должны содержать частиц, которые могли бы засорять сопла, через которые эти краски поступают на запечатываемый материал. Чернила на основе красителей широко распространены в офисных принтерах, однако техника развивается такими быстрыми темпами, что уже изготавливаются красочные системы, которые более стойки и экономичны. В зависимости от связующих различают чернила на основе воды, масел, содержащие растворители или затвердеваемые УФ-излучением. При этом возможно использование исключительно широкого спектра печатных материалов и областей применения, к которым также относится этикеточное производство. Например, УФ-сушка дает возможность немедленного использования изделий после запечатки. Не существует вероятности засорения сопел, так как при отсутствии УФ-излучения чернила остаются жидкими.

Рассмотрим ряд новых разработок фирм в области систем струйной печати "капля по требованию", которые открывают большие возможности для использования, в том числе для этикеточного производства. Малоизвестная на сегодня английская фирма Xaar plc, основанная в 1990 году, разработала концепцию пьезоголовок для технологии "капля по требованию" и передала лицензии другим производителям. Производимые фирмой многосторонние головки Xaarjet 500 устанавливаются в струйных печатных машинах других производителей и становятся на уровень общего промышленного стандарта.

Израильское предприятие Aprion назвало свою технологию Magic (Multiple Array Graphic Inkjet Color). Первые инсталляции ее были осуществлены в области запечатки гофрированного картона. Печать с разрешением 600 dpi производилась на цифровых печатных машинах, которые в зависимости от континентов или регионов продажи и применения получили названия Enjet, Bel12000 или Shaldag. Скорость печати чернилами на водной основе составляла 150 м/ч и выполнялась на жестком громоздком материале при его автоматической транспортировке перемещаемыми дополнительно в поперечном направлении печатными головками.

Название "цифровая офсетная печать" получил способ, в котором используется обычная офсетная печать с такими же красками по так называемому принципу Direct Imaging c нестираемой печатной формы, примененный впервые фирмой Heidelberg, или со стираемой формы по технологии MAN Dicoweb. Для него используется также название ComputertoPress. Эти машины предназначены для тиражей от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч экземпляров. Тиражи в количестве одного или нескольких экземпляров на них неэкономичны. Хотя в настоящее время не создано специально для упаковочной и тем более для этикеточной печати машин с такими технологиями, на будущее имеются планы их создания в ближайшее время.

Другие способы, основанные на принципе плоской печати, такие как ферроэлектрическая печать, разбрызгиваемые полимерные слои (в качестве олеофильных печатающих элементов, например, Litespeed фирмы Agfa) или "переключаемый" полимер уже были представлены на выставках. Однако для их доработки требуется еще некоторое время.

Наряду с уже известными способами цифровой печати имеются еще некоторые "экзотические" разработки, которые могут представлять потенциал для этикеточной и упаковочной печати. Так, многократно на выставках был представлен способ электрокоагуляции - элкография. В нем для дифференцирующего изображения механизма используется запускаемый в действие электрическим импульсом эффект затвердения (коагуляции) в цвете. Элкография имеет высокий потенциал производительности, но относительно сложный процесс содержит много неожиданных факторов.

Новым, находящимся еще только в начальной стадии разработки способом является глубокая цифровая печать. Ее принцип состоит в том, что ячейки прозрачного полого валика нагреваются изнутри лазерным лучом настолько, что образуется пузырек газа, который переносит краску ударом из ячейки на печатный материал. Прототип машины, работающей по этому принципу, строит германская фирма Aurentum из Майнца. Интересным в этой технологии является то, что она не требует специальных красок: теоретически в ней могут использоваться обычные краски для глубокой печати.

Имеется еще ряд специальных разработок безотносительно к какому-либо определенному способу цифровой печати. Среди них: технология Multibit или представление серых тонов на одном пикселе, которая используется, например, в цифровой печатной машине the.factory фирмы dotrix, когда способом струйной печати на одну точку можно перенести до 7 цветных капель, что соответствует глубине цвета до 3 бит; установка любой характеристической кривой печатного процесса; вариабельная печать данных (персонализация); производство в точно обусловленные сроки и другие. Все это свидетельствует о том, что цифровые способы печати находятся в стадии интенсивного развития и в ближайшее время здесь можно ожидать много новых решений.

Возможные и уже частично реализованные решения в области цифровой печати для этикеточного и упаковочного сегментов рынка можно представить несколькими категориями.

1. Запись текстов и шрифтовых знаков с переменными данными (преимущественно монохромная)

Она включает лазерную печать путем прямой записи на соответствующую поверхность упаковки или этикетки. Здесь также может быть применена струйная печать, прежде всего "постоянная капля из одного сопла с отклоняющим устройством". Такие системы с невысоким разрешением применяются для нанесения различной черно-белой информации.

2. Запись текстов и шрифтовых знаков с переменными данными (полноцветные комплексные впечатки), гибридные печатные машины.

Эти системы применяются в маркетинговых целях или для особых областей деятельности, позволяя полноцветную впечатку частично с переменной информацией; они используются также на неизменяемых упаковках.

Системы струйной печати находятся в интенсивном развитии. И здесь в ближайшее время можно ожидать много интересного. В этом сегменте рынка уже имеется ряд решений, например технология швейцарской фирмы Matti, базирующаяся на печатных головках фирмы Scitex, или впечатывающие аппараты бельгийской фирмы dotrix, используемые фирмой Mark Andy. В свое время примером гибридной цифровой печатной машины с впечатывающим электрофотографическим устройством EP являлась флексографская этикеточная машина DO330 фирмы Gallus, которая больше не производится. Фирма Kammann, специализирующаяся на оборудовании для трафаретной печати, совместно с фирмой Indigo предложила печатное устройство K15 Digital для впечатки переменных данных и иллюстраций трафаретным способом на CD. Здесь можно отметить, наряду с другими устройствами, струйные принтеры японской фирмы Epson, обеспечивающие возможность многокрасочной запечатки этикеток с фотографическим качеством.

**3. Комплексные продукты, изготавливаемые при помощи цветной печати**

Наряду с известными в этикеточной области решениями на основе цифровых машин Xeikon и hp Indigo, также нередки и решения в других упаковочных областях. Интересное решение представляет здесь УФ-струйный вариант базирующейся на технологии Xaar машины the.factory, который имеется пока в пилотной инсталляции.

**4. Быстрое изготовление образцов для торговых целей**

При создании нового или обновлении старого дизайна упаковок можно подготовить несколько вариантов. Богатство идей и творческие возможности дизайнеров дают возможность безграничной их реализации посредством цифровой печати для создания новых этикеточных, упаковочных и рекламных продуктов. Прежде чем этикетка или упаковка начнет выпускаться большими тиражами, с помощью современных цифровых печатных и плоттерных систем можно оперативно изготовить ее предварительные образцы на струйном принтере. При помощи таких систем легко работать на различных материалах, создавая разнообразные варианты проектов.

Подводя итог, можно сказать, что на рынке массовой упаковочной и этикеточной продукции, за счет разницы в ценах, цифровая печать пока еще заметно уступает классическим способам печати. В областях же применения, где преимущества в конкурентной борьбе обеспечивают свойства цифровой печати, к ней уже сегодня наблюдается большой интерес и появляются первые случаи ее применения. Анализируя состояние и перспективы развития цифровой печати для производства этикеток и упаковки, вероятно, можно считать, что в обозримом ближайшем будущем она не станет заменой традиционным способам для печати массовой продукции, но будет представлять целесообразное и обогащающее их дополнение.