

Министерство образования Республики Беларусь  
**Учреждение образования**  
**«Гомельский государственный технический университет**  
**имени П. О. Сухого»**  
Кафедра «Обработка материалов давлением»

В. Г. Шипинский

**ОСНОВЫ ПОЛИГРАФИИ**  
**И ДЕКОРИРОВАНИЯ УПАКОВКИ**  
Курс лекций  
для студентов специальности  
1-36 20 02 «Упаковочное производство»

**Электронный аналог печатного издания**

**Гомель 2008**

УДК 621.798(075.8)  
ББК 30.61+37.8я73  
Ш63

*Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом  
ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 2 от 14.12.2006 г.)*

Рецензенты: кафедра ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии» БНТУ (зав. каф. – д-р физ.-мат. наук, проф. *В. Г. Баштовой*);  
канд. техн. наук, доц. *Е. К. Костюкевич*;  
директор РУП «Полеспечать» *Л. У. Протасенко*

**Шипинский, В. Г.**

Ш63 Основы полиграфии и декорирования упаковки : курс лекций для студентов специальности 1-36 20 02 «Упаковочное производство» / В. Г. Шипинский. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 264 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-722-3.

Приводятся краткие сведения о полиграфии; процессах производства печатной продукции и декорирования упаковки, а также о воспроизведении многоцветных изображений. Рассматриваются основные способы декорирования упаковки, а также применяемое для этого технологическое оборудование.

Книга предназначена для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Упаковочное производство», а также по специальностям, связанным с художественно-декоративным оформлением товаров. Будет полезной для инженерно-технических работников, занимающихся производством упаковочной продукции, товарообращением.

УДК 621.798(075.8)  
ББК 30.61+37.8я73

ISBN 978-985-420-722-3

© Шипинский В. Г., 2008  
© Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», 2008

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Современное упаковочное производство – это уникальная область общественной деятельности, органично сочетающая в себе новейшие научные достижения, прогрессивные технологии, высокоэффективную технику и искусство. Причем роль искусства в оформлении упаковки достаточно высока, т. к., превратившись в массово тиражируемые предметы прикладной (промышленной) графики, упаковка берет на себя не только рекламные функции, но и становится носителем художественной культуры, незаметно формирующей эстетические вкусы массового потребителя. Искусственно выполненная упаковка не только сохраняет содержимое, но и доставляет нам иногда настоящее эстетическое наслаждение своим совершенством – единством формы, содержания и графического оформления. Став привлекательной, неся информацию об упакованном товаре, а также товарные знаки и другую маркировку, упаковка приобретает способность предлагать товар сама, она дает возможность производителям продукции общаться с покупателями, минуя продавцов. Этим обеспечиваются условия для такой торговли, при которой покупателям предоставляется свободный доступ к упакованному товару.

Привлекательная и функционально совершенная упаковка является также эффективным средством конкурентной борьбы производителей продукции на рынках реализации товаров потребителям. Создать же такую упаковку, организовать ее эффективное производство, автоматизировать процессы упаковывания разнообразной продукции способны только высококвалифицированные профессионалы, наряду с базовыми техническими знаниями, владеющие навыками по художественному конструированию (дизайну), декорированию и полиграфическому оформлению упаковки.

Основная цель данной книги заключается в том, чтобы дать общие взаимосвязанные представления о современных методах декорирования и полиграфического оформления упаковочной продукции. Для этого в книге приводятся краткие сведения из истории полиграфии; основные термины, понятия и определения полиграфического производства; общие понятия об основных видах и способах печати, технологии изготовления печатной продукции и применяемом полиграфическом оборудовании. В ней даются взаимосвязанные представления о цветоведении и особенностях воспроизведения изобразительной информации; средствах и способах защиты товара от подделки и несанкционированного использования. Рассматриваются современ-

ные способы и технологии декорирования упаковки, а также применяемое для этого оборудование. Эти знания необходимы как для эффективного художественного конструирования функционально совершенной упаковки, так и для организации ее производства, поскольку процессы декорирования и полиграфического оформления являются составной частью технологий производства многих видов упаковочной продукции. Эти знания необходимы также и для последующего изучения соответствующих специальных дисциплин.

Отзывы, предложения и замечания будут приняты с благодарностью.

*Автор*

## ВВЕДЕНИЕ

*Упаковывание продукции* – это сложная многофункциональная проблема, эффективное решение которой тесно связано с созданием и производством современных упаковочных материалов; эстетичных и функционально совершенных видов тары; высокопроизводительного фасовочно-упаковочного и пакетирующего оборудования, а также с производством самой продукции. Процесс создания действительно оптимального варианта упаковки требует также самой тщательной проработки всей транспортной цепи перемещения продукции от момента ее подачи на упаковывание у изготовителя и до распаковывания потребителем, т. е., связан с решением комплексной задачи, в которой самая активная роль отводится упаковке.

Массовые технологии производства различных видов товаров основываются, как правило, на применении для их упаковывания однообразной стандартной тары. Но с другой стороны, оказавшись рядом на полках магазинов и супермаркетов, эти упаковки должны отличаться друг от друга, привлекая к себе внимание покупателей, выделяя и рекламируя товар. Таким образом, в упаковке, являющейся одновременно и средством внешнего оформления товара, единые функционально-технологические качества часто должны органично сочетаться с разнообразным дизайном, характеризующим товар.

**Дизайн** (от англ. design – проектировать, проект, план, рисунок) – основной международный термин, обозначающий новый вид деятельности по проектированию предметного мира; в русском языке аналогом ему является термин «художественное конструирование». Дизайн находится в особом отношении ко всем традиционным видам проектирования, разрешая затруднения, которые связаны с внедрением в жизнь конкретных людей и общества в целом новых предметных организаций, создающих неравновесную ситуацию в предметном мире. В частности, одной из областей дизайна является проектирование эстетических свойств промышленных изделий.

Дизайн упаковки включает в себя два компонента – структуру и графику.

Структура – это физическая форма упаковки. Это способные привлечь внимание контуры, восприятие тары в руке, расположение и устройство укупорочных средств, функциональных и других элементов упаковки.

Графика – это то, что находится на поверхности упаковки. Она включает в себя сочетания цветов, шрифта, эмблем, изображений, т. е. определяет стиль декоративного оформления упаковки.

**Декор** (от лат. decore – украшаю) – система украшений сооружения (фасада, интерьера) или изделия. Выступая в единстве с их объемно-пространственной композицией, декор, как простой (например, одноцветная покраска), так и сложный (например, сочетающий орнамент и изображение), становится ее элементом, акцентирует выразительность композиции или зрительно преобразует ее, внося свои собственные самому декору масштабные отношения, ритм и колорит.

Цвет в декоративном оформлении, несомненно, является самым могущественным средством эмоционального воздействия, вызывающим мгновенный и широкий отклик на бессознательном уровне. У людей против слов существуют врожденные защитные механизмы, но они не защищены от воздействия формы, символов и цвета, потому что не осознают, насколько подвержены их воздействию. Во многих случаях даже шрифт надписи сильнее действует на покупателя, чем смысл написанных им слов. Слова на упаковке – это последнее на что люди обращают внимание. Профессионально выполненная упаковка мощно воздействует на интеллект, а на эмоции еще сильнее. Эта способность, минуя разум, притуплять бдительность покупателей – и является главной силой современных упаковок.

Существующие способы художественно-декоративного оформления упаковки условно можно разделить на информационные и неинформационные.

Информационные способы применяют для нанесения на упаковке рисунков, схем и различных текстов. К ним относятся печатание, этикетирование, тиснение переводной фольгой, декалькомания и другие.

Неинформационные способы применяют для улучшения внешнего вида упаковки путем придания материалу новой текстуры или фактуры. Они включают крашение материалов в массе, выполнение отдельных элементов упаковки из разноцветных материалов, металлизацию, поверхностную окраску, грунтовку, лакировку и другие.

Одним из наиболее распространенных средств как информационного, так и художественно-декоративного оформления упаковки является полиграфия.

**Полиграфия** (от греч. poly – много и grapho – пишу) – отрасль техники, совокупность технических средств для производства печатной продукции.

В полиграфическом производстве сегодня изготавливаются многие виды печатной продукции, предназначенной для упаковывания (обертки, конверты), декоративно-информационного оформления (этикетки, контрэтикетки, кольеретки, ярлыки, инструкции по применению продукции), обращения (бланки сопроводительных и учетных документов) и рекламы (проспекты, буклеты, плакаты) товаров. Технологические линии, комплексы и участки по производству упаковочных материалов и тары часто содержат в своей структуре печатные машины и секции для дополнительной отделки печати. В частности, бумажные, полимерные и комбинированные рулонные материалы с соответствующим полиграфическим оформлением широко применяются для изготовления разнообразных пакетов, сумок, оберток, бандеролей и оболочек. Печать на жести производится в процессе изготовления консервных банок. Специальные печатные и лакировочные машины применяются для декоративно-информационного оформления цельнотянутых металлических туб и банок. Тампопечать и трафаретная печать широко используются для нанесения декора на стеклянные и пластмассовые бутылки, флаконы, банки, стаканы и другую тару, а также пробки, колпачки и крышки. Струйной печатью осуществляется маркировка упакованной продукции. В составе автоматизированных технологических линий по производству картонной тары (ящиков, лотков, коробок, пачек), как правило, содержатся секции флексографской печати, обеспечивающие ее полиграфическое оформление. Плоская офсетная, высокая и глубокая печать широко применяются для изготовления таких средств декорирования упаковки, как этикетки и деколь, а также для производства товаросопроводительной и рекламной (проспектов, буклетов, плакатов) печатной продукции. Для изготовления ярлыков и вшиваемых этикеток обычно используются термотрансферные принтеры и т. д.

Из этого следует, что полиграфические процессы непосредственно входят в технологию производства многих видов упаковки, а также широко применяются для изготовления средств декоративно-информационного оформления упаковки и рекламы товаров. Поэтому, знания по основам полиграфии, цветоведения и декорирования упаковки необходимы как конструкторам-дизайнерам, создающим эстетичную упаковку и владеющим большим арсеналом средств эмоционального воздействия на покупателей, так и специалистам, занимающимся созданием и эксплуатацией тароупаковочных производств, упаковыванием продукции и товарообращением.

## 1. СВЕДЕНИЯ ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ПОЛИГРАФИИ

*Полиграфическое производство* – это процесс, включающий совокупность различных технических средств, используемых для печатного размножения текстовой и изобразительной информации в виде газет, книг, журналов, репродукций, этикеток и другой печатной продукции. Термином полиграфия обычно называют не только совокупность технических средств размножения информации печатанием, но и отрасль народного хозяйства – полиграфическую промышленность.

*Печатание* – это многократное получение идентичных оттисков текста и изображений посредством переноса красочного слоя в большинстве случаев с печатной формы на запечатываемый материал: бумагу, картон, полимерную пленку, жель и т. д.

*Печатная форма* – это носитель графической информации (текста и изображений), предназначенной для полиграфического размножения.

Полиграфическая промышленность прошла сложный и многовековой путь развития. Появление полиграфической техники началось с замены рукописного размножения текста и изображений способом печатания. Впервые книгопечатание появилось в IX веке в Китае и Корее, где печатной формой служила деревянная доска, на поверхности которой рисовали подлежащие размножению текст и изображения. Затем вручную углубляли (гравировали) режущим инструментом пробельные участки, получая таким образом форму высокой печати. Для получения оттиска на печатающие элементы формы наносили краску, затем покрывали листом бумаги и притирали его (создавая давление) гладкой палочкой или косточкой, в результате чего краска с печатающих элементов переходила на бумагу, образуя оттиск. Этот способ назывался *ксилографией*.

В середине XI века в Китае появился более прогрессивный способ изготовления текстовых форм высокой печати путем их набора из отдельных заранее изготовленных рельефных элементов (литер от лат. *litera* – буква), каждый из которых воспроизводил отдельный знак текста. Такой способ по сравнению с ксилографией значительно ускорял процесс изготовления печатных форм, а также позволял легко исправлять в форме допущенные ошибки и использовать многократно литеры, так как после печатания форма разбиралась на отдельные элементы. Первое время литеры делались из глины с последующим

обжигом, а уже с XV века в Корее их стали отливать из бронзы. Печатание с наборных форм, изготовленных из металлических литер, в середине XV века появилось и в Европе.

Общепризнанным белорусским первопечатником является выдающийся ученый и просветитель Франциск Скорина, разносторонняя деятельность которого имела и общеславянское значение. Родился он в Полоцке предположительно около 1490 г. Где-то между 1512 и 1517 гг. Ф. Скорина заказывает печатное оборудование, приступает к переводу и комментированию книг Библии. Первая его книга «Псалтырь» вышла в свет 6 августа 1517 г. Затем за неполные три года он перевел, прокомментировал и издал 23 книги «Библии», каждая из которых начиналась «предсловием», или «сказанием», а заканчивалась «послесловием» (калофоном). Существует мнение, что Скорина сам делал рисунки для гравюр и даже был их резчиком. Его книги характеризовались гармоничностью всех элементов художественного оформления, простотой и четкостью. Шрифт книг был строгий и красивый, он легко читался и хорошо смотрелся на страницах книги. Издания отличались высокими художественными достоинствами – содержали много иллюстраций, заставок, инициалов, выполненных в технике ксилографии. Издания Скорины сочетали лучшие достижения европейского книгопечатания и традиции белорусского рукописного искусства. Умер Ф. Скорина в январе 1552 г. в г. Прага.

Официальной датой появления книгопечатания в России считается 1 марта 1564 года, когда Иван Федоров вместе со своим помощником белорусом Петром Мстиславцем выпустили в основанной ими Московской типографии «Печатный двор» первую, точно датированную русскую книгу «Апостол». Они самостоятельно изготовили все наборное и печатное оборудование типографии, а также разработали оригинальную технологию печатания книг.

В 40-х гг. XV века Иоганн Гуттенберг (Германия) создает более совершенный способ изготовления литер путем отливки их из свинца, причем с одной литейной формы (шрифтовой матрицы) можно было отливать большое количество литер. Комплект литер, составляющих типографский шрифт, располагался при этом в плоских ящиках (шрифтовых кассах), из которых производился набор строк печатной формы. Гуттенберг усовершенствовал также и печатный процесс, придумав и изготовив ручной деревянный печатный станок, обеспечивающий производительность до 100 оттисков в час. Печатное устройство этого станка состояло из двух плит: на нижнюю плиту укла-

дывали печатную форму, и после нанесения на нее краски, бумажный лист посредством винтового устройства прижимался к ней верхней плитой.

Со второй половины XV века для воспроизведения изображений стали использовать и первые металлические формы глубокой печати – гравюры (франц. gravure), выполненные на медных пластинах. В процессе изготовления таких форм вначале на поверхности медной пластины рисовали печатаемое изображение, а затем по нему углубляли резцом печатающие элементы. С начала XVI века это углубление стали выполнять на медных пластинах раствором хлорного железа, а на цинковых пластинах – раствором азотной кислоты. С начала XVII века многоцветные изобразительные оригиналы стали воспроизводить в три краски цветоделенными печатными формами.

Благодаря изобретениям Гуттенберга книгопечатание быстрыми темпами распространилось по странам Европы, при этом техника и технология полиграфии до XIX века не претерпевали существенных изменений. Следует лишь отметить изобретение в 1796 г. прямой плоской печати – **литографии** (греч. lithos – камень + grapho – пишу), в которой печатная форма изготавливалась вручную на известняковом камне. Этот способ значительно расширил возможности воспроизведения изображений. Однако основным средством размножения во всех способах печати по-прежнему являлся ручной печатный станок.

Изобретение в 1839 г. фотографии (от греч. photos – свет и grapho – пишу) и в 1855 г. способа светового дублирования слоев, состоящих из желатины и соли хромовой кислоты, привели к разработке **фотохимических** способов изготовления изобразительных печатных форм. В этих способах информация с оригинала стала переноситься на формный материал не вручную, а фотографическими средствами. Затем в 1886 году была изобретена **наборная строкоотливная машина («линотип»)**, механизующая наборный и отливной процессы и позволяющая получать монолитные шрифтовые строки текста. Ручные печатные станки постепенно заменяются более производительными машинами. В частности, в 1807 г. была изобретена **тигельная печатная машина** с плоскими формой высокой печати и давящей поверхностью, обеспечивающая 400 оттисков в час. С 1814 г. стали применяться еще более совершенные плоскочечатные машины высокой печати производительностью 800 оттисков в час. В них печатная форма располагается на плоской поверхности, а давление осуществ-

ляется вращающимся цилиндром. Подача листов бумаги и приемка оттисков по-прежнему выполнялись вручную.

Во второй половине XIX века произошли большие сдвиги в области бумажного производства: значительно увеличились ресурсы сырья для бумаги за счет использования древесной массы и целлюлозы, а также усовершенствовались бумагоделательные машины, которые стали оснащаться сушильными устройствами и давать бумажное полотно шириной до 3 м со скоростью 120 м/мин. Это позволило полностью удовлетворять растущие потребности в печатной бумаге. Природные красящие вещества (пигменты) для печатных красок в этот период стали заменяться искусственными.

Механизация брошюровочно-переплетного производства начинается с середины XIX века. В этот период появляются одноножевые бумагорезальные машины и позолотные прессы для тиснения на переплетных крышках. Несколько позже стали применяться проволокошвейные (1856) и ниткошвейные (1875) машины, облегчающие скрепление блоков брошюр и книг. В начале XX века появляются крышкоделательные и книговставочные станки, фальцевальные машины и другое технологическое оборудование. В это же время владелец германской машиностроительной фирмы Карл Хольвег изобретает флексографскую печать, являющуюся разновидностью высокой печати. На способ печатания анилиновыми красителями при помощи эластичных резиновых печатных форм, лежащих в основе этой печати, ему был выдан немецкий патент от 17 августа 1907 г. № 200697 «Способ печатания на бумажных мешках», а также английский патент от 5 августа 1908 г. № 16517.

В целом XX век характеризовался интенсивным развитием полиграфического производства и устойчивым ростом объемов выпускаемой печатной продукции; совершенствованием технологических процессов, применяемых материалов и оборудования; механизацией и автоматизацией ручных операций и переходом от отдельных машин к автоматизированным комплексам и линиям; поточным автоматизированным производством книг, журналов и другой печатной продукции. Свой значительный вклад в развитие мировой полиграфии внесли также русские и белорусские ученые и изобретатели и, прежде всего в такие области, как механизация и автоматизация наборных процессов (включая фотонабор), гальваностереотипия, изготовление изобразительных печатных форм, офсетные печатные устройства и другие.

Со второй половины XX века требуемое качество печати обеспечивается за счет широкого применения в полиграфических машинах высокоточных контрольно-измерительных и регулирующих приборов, а также электронной техники, включая ЭВМ. С 1960-х годов лазерную и электронно-вычислительную технику начинают применять для фотонабора и изготовления печатных форм, а затем они приходят в печатное и брошюровочно-переплетное производства. В частности, на базе электронно-вычислительной техники создаются в этот период такие новые способы печати (рис. 1.1), как ксерография, термopечать, струйная печать, ризография, ионография, магнитография, элкография и другие.



Рис. 1.1. Классификация способов печати и электронных средств печати

Созданные на цифровых технологиях электронные средства печати изменили даже основной принцип полиграфии – идентичность всех экземпляров в тираже издания. Сегодня все экземпляры в тираже, отпечатанные на принтерах, управляемых с ЭВМ, могут фрагментарно отличаться за счет технологии персонализации. Принципиальный отличительный признак цифровой печати – переменная печатная форма, создаваемая заново для каждого цикла печати. Таким образом, технологии цифровой печати свели печатную машину к уровню периферийного устройства (принтера) больших компьютерных систем. Дальнейшее будущее полиграфии точно предсказать невозможно. Но, как и прогресс всего человечества, оно опирается на технологии: устаревшие и забытые может ждать второе рождение, а принципиально новые коренным образом изменят наше представление о печатной продукции.

## 2. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ШРИФТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПОЛИГРАФИИ

В издательствах и на полиграфических предприятиях при выпуске печатной продукции, кроме общепринятых единиц измерения (СИ), используются следующие специальные типографские единицы измерений.

Для измерения линейных размеров печатных форм (главным образом, наборных) и их отдельных элементов, а также форматов полос и размеров строк применяются типографские единицы измерений – пункт и квадрат.

**Один типографский пункт (тп.)** равен в странах Европы (кроме Англии)  $1/72$  французского дюйма, т. е. 0,3759 мм, или, округленно, 0,376 мм. Более крупной единицей измерения является *квадрат*, равный 48 тп., или приблизительно 18 мм. Эти единицы были разработаны во Франции в XVIII в. В Англии, США и некоторых других странах 1 тп. равен  $1/72$  английского дюйма, т. е. 0,353 мм ( $25,4 : 72 = 0,353$  мм).

**Формат печатных бумаг** выражается в миллиметрах, причем формат листовых бумаг обозначается произведением ширины на длину бумажного листа, например, 600 x 900 мм, а рулонные бумаги измеряются шириной рулона.

**Изданием** называется изделие полиграфического производства, прошедшее редакционно-издательскую обработку и предназначенное для передачи содержащейся в нем информации.

**Формат издания** – это его размеры по ширине и длине, выраженные их произведением в миллиметрах. В практике издательств широко применяется условное обозначение формата издания, через число его листов, получаемых из формата печатного листа бумаги, размеры которого указываются в сантиметрах. Например, в обозначении формата книжного издания 60 x 90 / 16, произведением 60 x 90 обозначается формат печатного листа, а числом 16 – количество вмещающихся на нем листов (частей) книги. Следовательно, на бумажном листе формата 60 x 90 содержится на одной и другой сторонах по 16 книжных страниц, т. е. всего 32 страницы издания.

**Формат полосы издания**, т. е. размер запечатанной площади страницы – обозначается произведением ширины и длины (высоты) полосы в типографской системе мер (в квадратах). Например, формат полосы  $7\frac{1}{2}$  x 10 кв. Довольно часто текст в изданиях располагается

в две и более колонок на полосе. В этих случаях ширина полосы указывается в виде суммы, например  $(3 + \frac{1}{2} + 3) \times 10\frac{1}{4}$  кв., т. е. ширина каждой колонки равна 3 кв., промежуток между ними – 1/2 кв. В нашей стране для каждого формата издания установлены три варианта оформления, различающиеся между собой форматом полос и соответственно размерами полей. Чем меньше поля вокруг полосы, тем больше процент использования площади бумаги. Например, для книги форматом 60 x 90 / 16 при первом, наиболее экономичном варианте, формат полосы равен  $6\frac{3}{4} \times 10\frac{1}{2}$ , при втором –  $6\frac{1}{2} \times 10\frac{1}{4}$ , а при третьем –  $6\frac{1}{2} \times 10$  кв. Соответственно процент использования бумаги составит 70 %, 65 % и 57 %.

**Авторский лист** – единица измерения объема текста и изобразительного материала (рукописного и печатного). Он равен 40 тысячам печатных знаков (печатными знаками считаются все видимые знаки – буквы, знаки препинания, цифры и т. д. и пробелы между ними). К одному авторскому листу приравнивается также 700 строк стихотворного текста или 3 тысячи см<sup>2</sup> площади изображений, занятых в готовом издании (а не в оригиналах). Авторский лист служит для измерения авторского труда, а также труда рецензентов, научных и литературных редакторов.

**Издательский или учетно-издательский лист** – единица измерения объема печатного произведения равная, как и авторский лист, 40 тысячам печатных знаков, или 700 строкам стихотворного текста, или 3 тысячам см<sup>2</sup> площади изображений. В отличие от авторского листа в учетно-издательских листах измеряется объем всего издания, включая и тот материал, который составлен издательством (оглавление, аннотации, редакционное предисловие и т. д.). Учетно-издательский лист служит калькуляционным измерителем стоимости издательской продукции и единицей измерения труда редакционно-издательских работников (редакторов, корректоров, технических редакторов).

**Печатный лист** – единица измерения объема печатной продукции, которая выражается двумя понятиями: физический печатный лист и условный печатный лист.

**Физический печатный лист** представляет собой бумажный лист любого стандартного для книжной и журнальной продукции формата (от 600 x 840 до 840 x 1080 мм), запечатанного с одной сто-

роны, или его половину, запечатанную с двух сторон. Так как стандартные бумажные листы отличаются друг от друга по площади, то во многих случаях для определения общего объема продукции удобнее пользоваться **условным печатным листом**, приведенным к формату бумажного листа 600 x 900 мм. Приведение к условным листам физических печатных листов, имеющих другие форматы, производится по коэффициентам, учитывающим площадь приводимых листов. Например, коэффициент перевода для формата 600 x 800 мм равен 0,93, для 700 x 900 мм – 1,17, для 700 x 1000 мм – 1,3, для 840 x 1080 мм – 1,68. Объем газетных изданий обычно исчисляется в полосах основного формата газет, т. е. А2 (420 x 595 мм), а также и в печатных листах.

**Тираж** – общее число экземпляров одного и того же издания.

**Экземпляр** – каждая отдельная самостоятельная единица данного издания – книги, брошюры, обертки, этикетки и т. д.

**Краско-прогон**, или **краско-оттиск** – каждое соприкосновение листа с печатной формой (или резиновой пластиной в офсетной печати) в процессе печатания: служит единицей измерения условного количества многокрасочной продукции.

**Листо-прогон** – каждый прогон листа в печатной машине независимо от того, сколько лист получит красок за этот прогон; служит для условного измерения количества печатной продукции.

**Тетрадь** – отпечатанный и сфальцованный бумажный лист; единица измерения объема работ при выполнении некоторых операций брошюровочно-переплетного процесса.

Кроме перечисленных выше единиц в практике планирующих органов народного хозяйства используются условные показатели годового тиража книг и брошюр в 10-листовом исчислении (в условных печатных листах) объема 1 экземпляра издания и в 5-листовом – 1 экземпляра журнала. Показатель учета для газет – экземпляр в 4-полосном исполнении формата А2.

## 2.1. Полиграфические шрифты

**Шрифт** (нем. schrifft, от schreiben – писать) – это графическое изображение букв какого-либо алфавита с относящимися к нему знаками и цифрами. Он может быть русским, белорусским, греческим, латинским, грузинским и т. д.

**Полиграфический (или печатный) шрифт** – это комплект букв, цифр и знаков, предназначенных для полиграфического (печат-

ного) воспроизведения какого-либо алфавита. Рисунок шрифта является произведением графического искусства и характеризуется особенностями отдельных элементов, формирующих букву. Каждая буква шрифта (рис. 2.1, е) состоит из основных (вертикальных) штрихов 1, дополнительных (соединительных) штрихов 2, а у многих и засечек 3. Шрифты различают по трем основным признакам: рисунку, начертанию (характеру очка) и размерам (кеглию). По рисунку применяемые стандартные полиграфические шрифты делятся на шесть основных и одну дополнительную группу, в зависимости от соотношения толщины основных и дополнительных штрихов – контраста, а также от формы засечек. На рис. 2.1 на примере одной буквы (Н) показано характерное различие рисунков шрифтов основных групп:

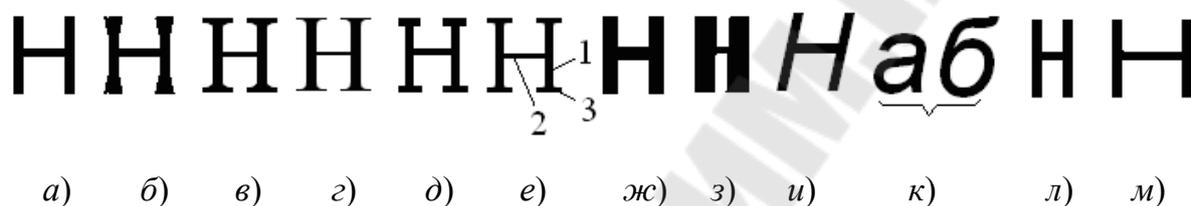


Рис. 2.1. Рисунки основных групп полиграфических шрифтов

и их разновидности по начертанию

Группа, не имеющая засечек и контраста (рис. 2.1, а), т. е. группа рубленых шрифтов. К ним относятся гарнитуры: журнальная рубленая, газетная рубленая, древняя, рубленая, плакатная, букварная, Агат [44].

Группа, отличающаяся от предыдущей группы несколько утолщенными концами вертикальных штрихов (рис. 2.1, б). Гарнитуры: акцидентная Телингатера, Октябрьская;

Группа с засечками, напоминающими треугольники, и умеренной контрастностью штрихов (рис. 2.1, в). Гарнитуры: литературная, заголовочная газетная, Банниковская, Лазурского, Ладога.

Группа с длинными тонкими засечками и контрастными штрихами (рис. 2.1, г). Гарнитуры: обыкновенная новая, обыкновенная, северная, Елизаветинская, Бодони книжная, Кузаняна, Байконур;

Группа с длинными утолщенными засечками и неконтрастными или мало контрастными штрихами (рис. 2.1, д). Гарнитуры: брусковая газетная, Балтика, Хоменко, Реклама.

Группа с длинными утолщенными засечками (преимущественно с закругленными концами) и мало контрастными штрихами (рис. 2.1, е).

Гарнитуры: новая газетная, школьная, Бажановская, журнальная, академическая, Пискаревская, Кудряшевская словарная, Кудряшевская энциклопедическая, Баченаса, новая журнальная, Малановская.

Группа дополнительных шрифтов, построение и характер рисунка которых сильно отличается от шрифтов шести основных групп. Например, гарнитура Рерберга.

Внутри каждой из этих групп шрифты одинаковые по характеру рисунка, но разные по начертаниям и кеглю, объединяются в гарнитуры.

**Гарнитура** – это совокупность шрифтов одного рисунка во всех начертаниях и кеглях.

**Начертание шрифтов** – т. е. каждое графическое видоизменение очка шрифта в пределах одной группы, разделяется по следующим трем основным признакам:

1) по насыщенности очка – по отношению толщины основного штриха к внутрибуквенному просвету шрифты могут быть:

– светлые (рис. 2.1, *а*) – когда толщина строчных букв в 2,5–3,5 раза меньше внутрибуквенного просвета;

– полужирные (рис. 2.1, *ж*) – когда это значение меньше или равно приведенной величине;

– жирные (рис. 2.1, *з*) – у которых толщина штриха больше внутрибуквенного просвета;

2) по наклону основных штрихов – шрифты разделяют на прямые (рис. 2.1, *а*), курсивные (рис. 2.1, *и*) и наклонные (рис. 2.1, *к*). Строчные буквы курсивного начертания имитируют рисунок рукописного шрифта, а наклонные имеют рисунок прямого шрифта;

3) по «плотности» очка – по относительным размерам ширины и высоты буквы шрифты подразделяются на нормальные (рис. 2.1, *а*) с соотношением ширины к высоте 3 : 4, а также узкие (рис. 2.1, *л*) и широкие (рис. 2.1, *м*).

**Размер шрифта** характеризуется размером его кегля, выраженного в типографских пунктах (тп). **Кегль** определяет высоту отпечатка буквы с включением небольших пробелов сверху и снизу, необходимых для образования межстрочного пробела, а также для размещения надстрочных и подстрочных элементов.

На рис. 2.2 в качестве примера приведены шрифты кеглем от 8 тп. до 24 тп. Шрифты различного кегля имеют свои названия, перешедшие из-за рубежа, например, нонпарель – 6 тп. (2,25 мм), петит – 8 тп. (3 мм), боргес – 9 тп. (3,37 мм), корпус – 10 тп. (3,75 мм), цицero – 12 тп. (4,5 мм) и т. д.

Кегль 8; Кегль 9; Кегль 10; Кегль 11; Кегль 12; Кегль 14; Кегль 16;  
Кегль 18; Кегль 20; Кегль 22; Кегль 24.

*Рис. 2.2. Примеры шрифтов разных кеглей*

По целевому назначению все полиграфические шрифты можно разделить на следующие четыре группы:

1. Текстовые шрифты, применяемые в основном для книжного, журнального, газетного и других текстов. К ним относятся шрифты прямого светлого начертания кеглем от 6 до 12 тп.

2. Выделительные шрифты, применяемые для выделений в тексте слов и т. д. К ним относятся шрифты наклонного, курсивного, а также полужирного и жирного начертаний кеглем от 6 до 12 тп.

3. Титульные шрифты, применяемые для заголовков, титульных листов и тому подобных текстов. К ним относятся шрифты прямого начертания кеглем от 16 до 48 тп. (заголовки также набирают иногда выделительным шрифтом и прописным текстовым шрифтом).

4. Афишно-плакатные шрифты. У них кегль свыше 48 тп. (до 15 кв.).

В зависимости от вида издания полиграфические шрифты подразделяются на газетные, книжные (журнальные), картографические и специального назначения. Наиболее выразительными по образности являются рисованные шрифты, которые выполняются с учетом лучших характеристик современных шрифтов или пишутся свободно, от руки. Такая группа шрифтов строится на зрительно активных приемах художественными средствами, стимулирующими те или иные эмоции человека графикой букв, ритмом, композицией, цветом, фактурой.

Для воспроизведения текстовой информации издательского оригинала могут использоваться полиграфические шрифты в виде следующих основных носителей:

– комплекта литер (чаще всего металлических) типографского шрифта, используемых для ручного набора строк текста и составления из них наборных печатных форм высокой печати;

– комплекта линотипных матриц, на каждой из которых имеется углубленное изображение буквы или знака. Эти матрицы служат для изготовления с них рельефных строк текста на наборных строкоотливных машинах. Из таких строк затем составляют наборные формы высокой печати;

– пленочные шрифтоносители, представляющие собой пленки обычно с прозрачными буквами на непрозрачном фоне, используемые в фотонаборных (экспонирующих) машинах для получения текстовых фотоформ;

– цифровых шрифтоносителей (не вещественных), т. е. комплектов шрифтов определенных гарнитур, введенных в цифровой форме в запоминающее устройство фотонаборных систем на базе ПЭВМ, для получения фотоформ (как и в предыдущем случае);

– рельефных шрифтоносителей наборно-пишущих машин, с помощью которых можно получать на прозрачной бесцветной пленке диапозитивы текста, необходимые (как и при фотонаборе) для изготовления текстовых печатных форм.

### **3. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И СПОСОБЫ ПЕЧАТИ**

Производство печатной продукции в большинстве случаев состоит из следующих трех или четырех отдельных, но взаимосвязанных процессов:

1. Обработка текстовой и изобразительной информации, т. е. оригиналов, подлежащих полиграфическому воспроизведению (оригинал от лат. *originalis* – первоначальный, подлинник). В результате выполнения этого процесса получают негативы или диапозитивы на прозрачной пленке, содержащие информацию печатных форм.

2. Изготовление с негативов или диапозитивов комплекта печатных форм, необходимых для размножения информации.

3. Печатаение тиража, т. е. получение с печатных форм определенного количества идентичных отпечатанных листов, тетрадей или другой печатной продукции, что и является собственно размножением информации.

4. Выполнение отделочных (лакирование оттисков и т. д.), а также брошюровочных или брошюровочно-переплетных процессов (изготовление брошюр, книг из отдельных элементов).

Первые два процесса часто называют допечатными процессами, третий и четвертый могут выполняться в виде единого процесса на поточных автоматизированных линиях.

В полиграфическом производстве применяются три основных (классических) вида печати: плоская, высокая и глубокая. По общепринятой классификации они отличаются друг от друга принципом разделения на печатных формах печатающихся и пробельных элементов.

На печатных *формах плоской печати* (рис. 3.1) печатающие 1 и пробельные 2 элементы расположены практически в одной плоскости, но при этом имеют различные физико-химические свойства: первые – олеофильные, вторые – гидрофильные.



Рис. 3.1. Схема формы плоской печати

Перед получением каждого оттиска такая форма в процессе печатания сначала увлажняется определенным водным раствором 3 (реже спиртовым), который смачивает только гидрофильные пробельные элементы. Затем на нее наносится печатная краска 4, содержащая свободные жирные кислоты, прилипающая только к неувлажненным олеофильным печатающим элементам. Так как все печатающие элементы формы находятся в одной плоскости, то при печатании они покрываются равномерным слоем краски и поэтому на оттиске воспроизводятся красочным слоем одинаковой толщины.

Печатные *формы высокой печати* (рис. 3.2) имеют пространственное разделение печатающих и пробельных элементов: рельефные печатающие элементы 1 находятся в одной плоскости, а пробельные 2 углублены на различную величину в зависимости от их площади. Так как поверхности всех печатающих элементов у этих форм расположены в одной плоскости, то в процессе печатания они покрываются равномерным по толщине красочным слоем 3, в результате чего на всех участках оттиска (как и в плоской печати) толщина красочного слоя получается тоже практически одинаковой.

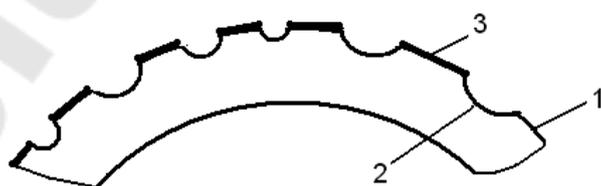


Рис. 3.2. Схема формы высокой печати

*Формы глубокой печати* (рис. 3.3) также имеют пространственное разделение пробельных и печатных элементов, причем печатные элементы в них углублены на различную или одинаковую вели-

чину. Независимо от характера изображения (текст, иллюстрации), печатные элементы в таких формах представляют собой отдельные ячейки малой площади, разделенные между собой тонкими перегородками – пробелами. Эти перегородки и другие пробельные элементы 2 возвышены и располагаются на одном уровне.



Рис. 3.3. Схема формы глубокой печати

Печатная форма глубокой печати изготавливается обычно на цилиндре. В процессе печатания маловязкая краска 3 (рис. 3.4) сначала наносится в избыточном количестве на всю поверхность такой вращающейся формы 2, а затем специальный нож (ракель) 1, скользя по поверхности ее пробельных элементов (в том числе и перегородкам), удаляет с них краску полностью, а также удаляет избытки краски с печатающих элементов. В результате краска 3 (рис. 3.3) остается только в ячейках формы. Ее толщина на оттиске может быть одинаковой или различной, в зависимости от глубины ячеек формы.

В большинстве случаев формы всех трех основных видов печати изготавливаются на металлических пластинах.

Разновидностью высокой печати, в которой используются упругоэластичные печатные формы и низковязкие быстрозакрепляющиеся краски, является *флексографская печать*. Флексографская печатная форма – это одно-, двух- или многослойная упругоэластичная форма высокой печати, изготовленная из эластомеров (например, резиновых или фотополимерных).

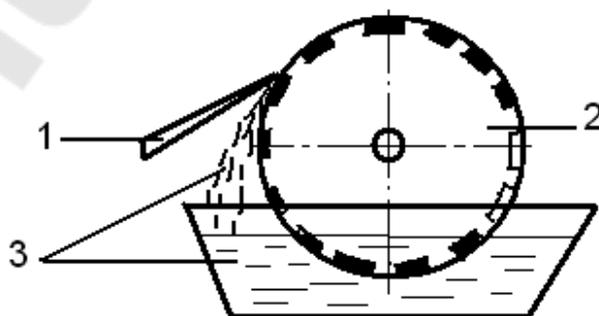


Рис. 3.4. Схема удаления избытка печатной краски с формы глубокой печати

Перенос красочного изображения с различных печатных форм на запечатываемый материал (бумагу) осуществляется обычно в результате создаваемого давления. При этом печатная форма закрепляется на одном цилиндре, а другой сопрягающийся цилиндр создает на бумагу требуемое давление (рис. 3.5, *а*). В процессе печатания краска может передаваться на запечатываемый материал и через промежуточную упругоэластичную пластину (рис. 3.5, *б*).

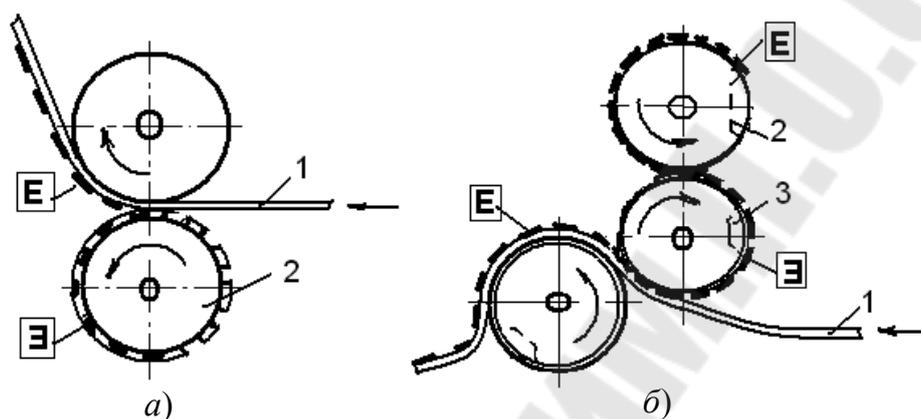


Рис. 3.5. Схемы передачи краски с печатной формы на бумагу

В первом случае (рис. 3.5, *а*) бумага 1 непосредственно контактирует с печатной формой 2, и краска в результате создаваемого давления переходит с печатающих элементов формы непосредственно на бумагу, образуя оттиск. При этом изображение на форме должно быть обратным (зеркальным). Такая передача краски широко используется в высокой и глубокой печати и гораздо реже в плоской печати. Эти способы печати было бы правильно называть «прямая высокая», «прямая глубокая» и «прямая плоская» печать. Но в практике слово «прямая» обычно опускается.

Во втором случае (рис. 3.5, *б*) печатная форма 2 в процессе печатания соприкасается с упругоэластичной (резинотканевой) пластиной 3, которая принимает на себя краску с печатающих элементов формы, а затем передает ее на запечатываемую бумагу 1. При этом изображение на печатной форме должно быть прямым (на резинотканевой пластине – обратным, на бумаге – прямым). Такой косвенный способ печати называется **офсетным** (от англ. offset). Он используется, прежде всего, в плоской печати, реже – в высокой и еще реже в глубокой печати.

Если косвенный способ переноса краски используется в высокой печати, то такая печать называется **высокая офсетная**, в глубокой –

*глубокая офсетная*, в плоской – *офсетная* (слово «плоская» опускается). Необходимость использования офсетного способа переноса краски, прежде всего в плоской печати вызвано тем, что в процессе печатания гидрофильные и олеофильные пленки печатной формы соприкасаются не с относительно жесткой бумагой, а с эластичной резинотканевой пластиной. Благодаря этому уменьшается необходимое для печати давление и соответственно износ печатающих и пробельных элементов формы, т. е. этим повышается тиражестойкость печатной формы.

Наряду с приведенными основными видами и способами печати в производстве упаковочной продукции широко применяются и другие, например, такие как флексографская и трафаретная печать, тампопечать, термо– и термотрансферная печать, ксерографические способы печати и другие, подробно рассматриваемые в последующих главах.

#### **4. ОСОБЕННОСТИ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

В издательско-полиграфической практике информацию (от лат. Information – разъяснение, изложение), представленную в виде текста, цифровых данных, таблиц, математических и других формул, называют *текстовой* информацией, а информацию в виде иллюстраций, графиков, диаграмм, орнаментов, чертежей, линеек, карт и других изображений – *изобразительной* информацией. Полиграфическое воспроизведение изобразительной информации осуществляется, как правило, из изобразительных оригиналов.

*Изобразительные оригиналы* – плоские (двухмерные) изображения, выполненные различными техническими средствами на различных подложках: акварельная, гуашевая или масляная живопись; рисунки тушью и карандашом; фотоснимки, полиграфические оттиски; документы и т. д.

По виду изобразительных элементов оригиналы могут быть штриховыми, тоновыми и смешанными (комбинированными).

В *штриховых оригиналах* все изображение состоит из одинаковых по оптической плотности штриховых элементов, размеры и геометрическая форма которых может быть различной (штрихи, ли-

нии, точки, сплошные заливки и т. д.) – рисунки пером, чертежи, фотоснимки и полиграфические оттиски.

**Тоновые или полутоновые оригиналы**, в отличие от штриховых, содержат изображения, состоящие из многих участков различной оптической плотности – градаций, имеющих, в большинстве случаев, плавные переходы от светлых к темным участкам (например, рисунок тушью с размывкой, фотопортрет и т. д.).

**Смешанные (комбинированные) оригиналы** содержат как штриховые, так и тоновые элементы (например, журнальная обложка, содержащая рисованный текст и фотопортрет).

В зависимости от цвета изображения все оригиналы делятся на одноцветные и многоцветные или цветные. Оригиналы также могут быть выполнены на непрозрачной (бумаге, картоне и др.) или прозрачной (фотопленке, кальке и т. д.) подложке. Для получения необходимого качества полиграфических оттисков к изобразительным оригиналам предъявляются определенные технические требования, которые учитываются при изготовлении и подготовке оригиналов к полиграфическому воспроизведению.

При полиграфическом воспроизведении штриховых оригиналов необходимо получить на оттисках заданные размеры, геометрическую форму и толщину штрихов всех элементов изображения оригинала. При воспроизведении штриховых изображений существуют для издательской продукции определенные минимально допустимые пределы толщины отдельно стоящих штрихов: примерно 0,2 мм – для глубокой; 0,1 мм – для высокой и 0,05 мм – для плоской офсетной печати. Многоцветные штриховые оригиналы воспроизводятся с такой же графической точностью, как и одноцветные. При печатании, в зависимости от характера оригинала, цвета штрихов могут быть получены какой-либо одной краской (например, зеленой, фиолетовой) или путем наложения красок друг на друга (например, зеленый цвет получают наложением голубой краски на желтую).

Носителем графической информации тонового оригинала являются тоновые градации изображения. Они зависят от количества светопоглощающего вещества, из которого состоит изображение (например, металлического серебра на фотоотпечатках или красящего вещества на рисунках). Чем меньше этого вещества на оригинале, тем больше данные участки отражают свет, т. е. являются наиболее светлыми (оптическая плотность их минимальна). И, наоборот, при больших количествах вещества свет отражается меньше и оптическая

плотность этих участков максимальна. Следовательно, любой тоновый оригинал имеет, кроме белого тона бумаги и максимально черных участков, промежуточные тона, например, светло-серые. Но такой принцип образования промежуточных тонов (градаций) в высокой и плоской офсетной печати осуществить невозможно, так как толщина красочного слоя на всех участках оттиска получается при печатании практически одинаковой. Поэтому на оттисках высокой и плоской офсетной печати градацию создают искусственно с достаточной для зрительного восприятия точностью – **микроштриховыми растровыми элементами** (от лат. *rastrum* – решетка).

Передача градации растровыми элементами основана на свойстве глаза различать отдельно мелкие (например, растровые) элементы только до тех пор, пока расстояние между ними не меньше определенного предела. Экспериментально установлено, что этот предел должен быть в 1500 раз меньше расстояния, с которого рассматриваются такие элементы. Следовательно, при рассматривании в книге и другой печатной продукции изображения с расстояния наилучшего зрения (25 см) отдельные точки не будут видны, если расстояние между ними не превышает  $25 : 1500 = 0,016 \text{ см} = 0,16 \text{ мм}$ . Это соответствует изображению, содержащему на площади  $1 \text{ см}^2$  не менее 3600 точек. В этом случае благодаря оптическому смешению белого цвета бумаги и черного цвета растровых элементов все изображение будет восприниматься глазом как тоновое. Соотношение размеров растровых точек и просветов на различных участках оттиска будет соответствовать градациям оригинала. Чем больше процент площади, занятой растровыми элементами, тем темнее будет тон изображения на оттиске. Преобразование тонового изображения в растровое (растрирование) производится обычно при переносе информации с тонового оригинала на фотоформу, используемую для изготовления печатной формы, или реже непосредственно на формный материал. Число растровых точек, приходящихся на 1 см изображения, называется **линиатурой растрирования**. В зависимости от вида оригинала, назначения издания и применяемой для него бумаги, а также технологии изготовления печатных форм и некоторых других условий применяется та или иная линиатура растрирования (от 20 до 60 лин/см и более).

От линиатуры растрирования зависит различимость деталей изображения и растровой структуры, а от соотношения размеров растровых элементов и белых промежутков – величина яркости. Чем больше

линиатура растрирования, тем выше точность воспроизведения изображения. Но в этих случаях из-за растрирования и недостаточной черноты (оптической плотности) печатных красок число различных градаций на оттиске обычно меньше, чем на оригинале. Кроме этого, при повышении линиатуры растрирования усложняется технология изготовления печатных форм и процесс печатания, а также требуется более высокое качество печатной бумаги.

В глубокой печати при воспроизведении тоновых оригиналов градации на оттисках передаются посредством различной толщины красочного слоя. Темным участкам изображения будет соответствовать максимальная, а светлым – минимальная толщина слоя краски. Такая передача градации значительно приближена к природе образования тонов при изготовлении оригиналов. Поэтому глубокая печать по сравнению с высокой и плоской офсетной печатью дает наилучшие результаты при воспроизведении тоновых оригиналов, т. е. обеспечивает лучшую градацию. Вместе с тем следует иметь в виду, что в последнее время стали использовать формы глубокой печати, передающие градацию изображения таким же путем, как и в высокой печати, а в других случаях градация может передаваться одновременно за счет толщины красочного слоя и площади растровых элементов. Однако все тоновые изображения (как штриховые, так и текст) в глубокой печати подвергаются растрированию, но не для имитации градаций (как в высокой и плоской офсетной печати), а для получения ячеек с перегородками, которые служат для опоры ракеля в процессе печатания.

Рассмотренные принципы воспроизведения тонов черно-белых оригиналов в различных видах печати справедливы и к воспроизведению многоцветных тоновых изображений. Однако в последнем случае необходимо с многоцветного оригинала изготавливать четыре печатные формы. Каждая из этих форм воспроизводит растровыми элементами изображение только одной краски – желтой, пурпурной, голубой и черной. Затем с изготовленных форм указанными красками, накладывая последовательно их друг на друга, печатают многокрасочные оттиски.

Основная трудность при воспроизведении многоцветных изображений заключается в достижении необходимой цветовой точности репродукции по отношению к оригиналу. Это условие во многих случаях (например, при воспроизведении картин масляной живописи) выполнить практически невозможно. Однако современная полигра-

фическая техника позволяет получать вполне достаточную для зрительского восприятия точность воспроизведения всеми видами печати, особенно оригиналов, изготовленных специально для полиграфического размножения. Цветовая точность полиграфического воспроизведения зависит от большого количества факторов: характера оригиналов, масштаба их воспроизведения, вида печати, характеристик применяемой печатной бумаги и красок, линиатуры растривания тоновых изображений, точности совмещения красок при печатании, режима технологического процесса, оборудования для изготовления фотоформ и печатных форм, а также непосредственно печатания. Степень цветовой точности воспроизведения обычно задается перед репродуцированием оригиналов.

## 5. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФОТОФОРМ

Большинство применяемых печатных форм по способу изготовления можно разделить на две группы:

- 1) формы, полученные форматной записью информации, т. е. одновременной записью всех точек изображения на формный материал;
- 2) формы, полученные поэлементной записью информации на формный материал – последовательно очень мелкими отдельными элементами.

Печатные формы, полученные форматной записью информации, могут изготавливаться фотохимическими способами (с использованием главным образом фотографических и химических процессов) и электрофотографическими способами, основанными на применении электрофотографии.

При изготовлении печатных форм поэлементной записью информации используется техника поэлементной электронной развертки (сканирования) информации оригинала и формирования печатающих и пробельных элементов обычно за счет электронно-механического гравирования или лазерного воздействия.

Кроме того, текстовые формы высокой печати могут изготавливаться непосредственно из металлического набора – наборно-отливные печатные формы. Формы-копии для этого вида печати (стереотипы) получают с использованием линейных, механических и гальванотехнических процессов.

Современные печатные формы высокой и плоской офсетной печати в большинстве случаев изготавливаются в виде тонких пластин, а

для глубокой печати – цилиндров, на поверхности которых записана размножаемая информация. Размеры печатных форм (толщина и формат) согласуются с форматами печатных бумаг и форматами печатных машин. Наибольшее применение в плоской офсетной и глубокой печати, а в последнее время и в высокой печати получили фотохимические печатные формы. Изготавливаются они по фотоформам, получаемым с издательских оригиналов.

**Фотоформа** – это носитель текстовой или изобразительной информации, выполненный в виде негатива или диапозитива и служащий для переноса этой информации фотохимическими способами на материал печатной формы (или реже на промежуточный материал).

Процессы изготовления фотоформ и предшествующие им операции часто называют переработкой (точнее – обработкой) текстовой и изобразительной информации. Обработка текстовой информации – это комплекс операций, включающий: редактирование текста, его корректуру, верстку полос издания, изготовление издательских текстовых оригиналов, изготовление фотоформ (запись информации и химико-фотографическая обработка). Обработка изобразительной информации включает две группы операций: преобразование изображений для целей его полиграфического воспроизведения и изготовление фотоформ. В первую группу в зависимости от характера изобразительных оригиналов могут входить различные операции, но в целом к ним обычно относят: масштабирование изображения и его растривание, цветоделение, градационное и цветоделительное корректирование.

При изготовлении печатных форм для различных видов печати широко используются **фотографические процессы**, – т. е. запись оптической информации в виде негативных и позитивных изображений с помощью света на светочувствительный материал. Такие изображения могут быть как черно-белые, так и цветные (многоцветные). В свою очередь, как те, так и другие изображения выполняются на прозрачной или непрозрачной подложке.

**Негативное изображение** – это такое изображение, на котором распределение светлых и темных тонов обратно их соотношению в оригинале.

В **позитивном изображении** светлые и темные участки соответствуют светлым и темным участкам в оригинале. Позитивное изображение на непрозрачной подложке, например, фотобумаге, называется **позитивом** (или фотоотпечатком), а на прозрачной подложке –

*диапозитивом*. Позитивное и негативное изображения могут быть обратными или прямыми – читаемыми. В зависимости от вида подложки, широко применяемые фотоматериалы делят на две группы: фотобумаги – подложка бумажная и фотопленки – подложка гибкая полимерная; по назначению они подразделяются на материалы для получения черно-белых изображений и для получения цветных изображений. Светочувствительный фотографический материал, например, для черно-белой фотографии представляет собой в общем виде (рис. 5.1) тонкую подложку 1 с нанесенным на ее поверхность светочувствительным эмульсионным слоем 2, состоящим из желатины, в которой находится большое количество микрокристаллов галогенида (чаще бромида) серебра. Кроме того, для улучшения рабочих свойств фотоматериала (например, фотопленки) он имеет дополнительные слои (3 – подслой,

4 – защитный слой и 5 – противоореольный слой). Основными показателями, характеризующими фотоматериалы, являются: общая светочувствительность; спектральная светочувствительность; контрастность и разрешающая способность. Так, для изготовления штриховых и растровых фотоформ фотопленка должна быть максимально контрастной, обеспечивать резкие края штриховых и растровых элементов, большую оптическую плотность непрозрачных участков и практически не иметь плотности на прозрачных участках. Фототехнические пленки изготавливаются на триацетатной или на менее деформирующейся полиэфирной основе толщиной 0,08–0,15 мм.

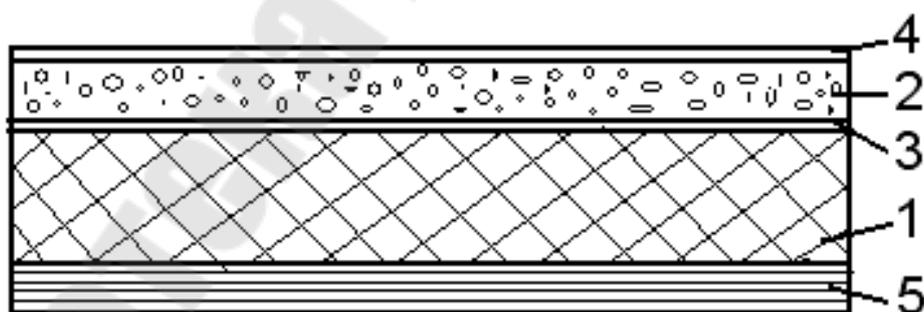


Рис. 5.1. Схематический разрез фотопленки

В целях экономии дефицитного серебра в последние годы стремятся заменить фототехнические пленки бессеребряными светочувствительными материалами на основе диазосоединений, фотополимеризующихся композиций и других веществ.

В общей фотографии негатив с диапозитива можно получить проекционным или контактным способами. Чаще всего применяется проекционный способ, включающий следующие операции:

- получение оптического изображения фотографируемого объекта (например, оригинала);
- экспонирование фотоматериала – получение на нем скрытого фотографического изображения;
- химико-фотографическая обработка экспонированного материала.

Оптическое изображение получают в фотографическом аппарате, главной частью которого является объектив, проецирующий фотографируемый объект на фотоматериал.

**Экспонирование** – это процесс светового облучения поверхности фотоматериала в течение определенного времени. Оно фактически является процессом записи оптической информации на фотографическом материале. При этом под действием световой энергии часть бромида серебра восстанавливается до металлического, пропорционально интенсивности светового облучения. Полученное таким образом изображение называется скрытым. Световая энергия, полученная единицей площади фотоматериала, называется **экспозицией**.

Химико-фотографическая обработка экспонированного фотоматериала включает операции проявления, фиксирования, промывки в воде и сушки негатива.

Позитивные изображения, например, отпечатки или диапозитивы, можно получить с негатива контактным или проекционным способами.

При **контактном способе** получения позитивных изображений (рис. 5.2) фотоматериал, например, фотопленку или фотобумагу 1, прижимают к негативу 2 эмульсионным слоем в контактном станке и экспонируют. При этом под действием света, прошедшего через негатив, в эмульсионном слое образуется скрытое позитивное изображение. После обычной химико-фотографической обработки экспонированного фотоматериала на нем проявляется видимое позитивное изображение 3 такого же размера, что и негативное.

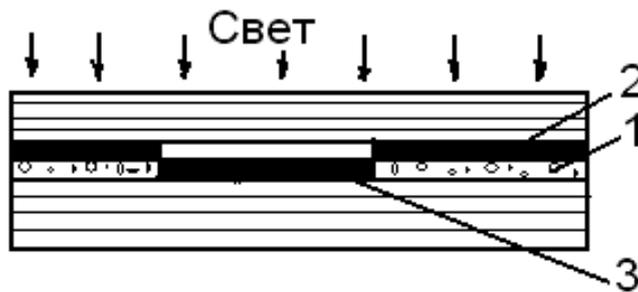


Рис. 5.2. Схема получения позитивного изображения контактным способом

При **проекционном способе** изображение негатива проецируется на фотоматериал при помощи специального фотоувеличителя или фотографического аппарата и после экспонирования и химико-фотографической обработки получают на материале позитивное изображение. Этот способ позволяет в широких пределах изменять масштаб получаемого позитивного изображения.

Изготовление фотоформ с расчленением изображения на растровые элементы называется **растрированием**. Растрирование изображений может производиться с помощью особых оптических приспособлений – растров или электронным способом. Растры обычно представляют собой систему одинаковых непрозрачных или с переменной оптической прозрачностью элементов, нанесенных на стекло или на прозрачные недеформирующиеся полимерные пленки. Растры различаются строением элементов (прямоугольные, линейчатые, точечные, концентрические, ромбические и т. д.) и линиатурой (частотой), т. е. числом этих элементов, приходящихся на 1 см.

Выбор растра той или иной линиатуры зависит от характера оригинала, требований к точности репродукции, вида печати, поверхности печатной бумаги и некоторых других условий. Например, для газет используют растры 24–36 лин/см, для книг и журналов 40–45 лин/см, а для высокохудожественной продукции на бумагах большой гладкости – 60–70 лин/см.

Во время экспонирования растр 1 (рис. 5.3) находится внутри камеры аппарата на определенном расстоянии (5–18 мм) от поверхности фотопленки 2. Световой поток, отражаясь от оригинала 3, проходит через диафрагму объектива 4 и разбивается растром на отдельные элементы различной интенсивности, зависящей от яркостей участков оригинала.

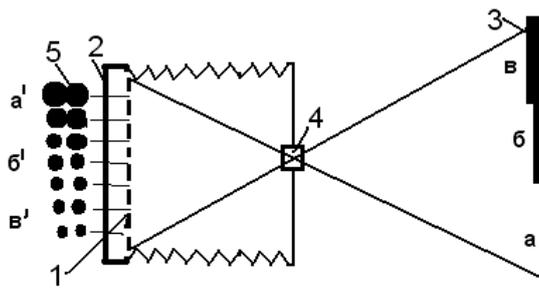


Рис. 5.3. Схема фотографирования через проекционный растр

Световые элементы, воздействуя на контрастный светочувствительный слой пленки, обуславливают образование на нем непрозрачных участков в виде точек 5 разного размера. При этом светлые участки с оригинала будут переданы на негативе 5 наибольшими непрозрачными точками ( $a^1$ ), серые участки – меньшими точками ( $б^1$ ), а темные ( $в$ ) – минимальными точками ( $в^1$ ). Размер растровых элементов на различных участках негатива зависит не только от оптической плотности оригинала, но и от режима фотографирования.

Контактные растры можно применять как в процессе фотографирования в репродукционном фотоаппарате, так и при контактном способе изготовления растровых негативов и диапозитивов. Основная отличительная особенность процесса изготовления растровых негативов в репродукционных фотоаппаратах заключается в совмещении контактного растра с эмульсионным слоем фотопленки за счет вакуума. Контактное растрирование применяется чаще проекционного благодаря более простой технологии, обеспечивающей достижение более высокого качества.

Электронные сканеры получили широкое применение для изготовления цветоделенных фотоформ, используемых при воспроизведении многоцветных изобразительных оригиналов.

**Сканеры** (от англ. *toskan* – сканировать, делать разметку на точки или строки) – это общее название электронных репротехнических устройств, осуществляющих поэлементное считывание текстовой и изобразительной информации оригинала и ее поэлементную запись на фотографическом материале (в виде скрытого негативного или позитивного изображения), на формной пластине (в виде печатающих или пробельных элементов) и на магнитных носителях (в цифровом виде) информации. Основной задачей сканера является считывание информации об оптической плотности оригинала, преобразование средствами электроники оптических сигналов в электрические, соответ-

вующая их обработка и обратное преобразование в оптические сигналы, записываемые, например, на фотопленке посредством лазерного луча. Число строк, приходящихся на один сантиметр, называют линиатурой считывания, или развертки. В современных сканерах она достигает 800 лин/см. Наиболее прогрессивными являются плоскостные сканеры, в которых оригинал располагается на плоском столе, а рулонная фотопленка во время записи сматывается из передающей кассеты в приемное устройство. Такие сканеры агрегируются обычно с автоматом для химико-фотографической обработки экспонированной фотопленки и устанавливаются в светлом помещении. Например, фотоформа размером 30 x 40 см при линиатуре 60 лин/см записывается этими сканерами приблизительно за 2 мин. Подобные сканеры можно использовать и для цифровой записи изображений на магнитные носители информации. Электронные способы изготовления фотоформ помимо повышения производительности позволяют в широких пределах изменять линиатуру растривания, масштаб воспроизведения, градационную характеристику изображения, улучшать его резкость и четкость, а также экономить фотоматериалы.

Текстовые фотоформы в виде сверстанных полос издания изготавливают обычно фотонабором.

**Фотонабором** называется процесс получения текстовых строк полиграфическим шрифтом на фотоматериалах с помощью фотонаборной техники, например, лазерных фотонаборных автоматов. За счет высокой разрешающей способности (до 3 тыс. лин/см) этими автоматами обеспечивается хорошее качество воспроизведения на фотоматериале шрифтовых знаков и изображений. Главное достоинство лазерных автоматов заключается в большой энергии светового луча лазера, позволяющей записывать информацию на материалы средней и низкой светочувствительности, а также непосредственно на формных пластинах, покрытых светочувствительным слоем, т. е., минуя процесс изготовления фотоформ. Избежать при этом трудоемкого клавиатурного набора текста позволяют оптические считывающие аппараты (сканеры), а воспроизводить записанную текстовую и изобразительную информацию с ПЭВМ и магнитных носителей позволяют лазерные и струйные принтеры.

**Принтером** (от англ. print – печатание) называется печатающее устройство, предназначенное для вывода с ПЭВМ на листовые и рулонные носители текстовой и графической информации.

Печатная форма, например, для книжных и журнальных изданий, в зависимости от их формата, а также форматов бумаги и печатных машин содержит от 8 до 64 и более полос. Следовательно, такое же число полос должно находиться на монтажной фотоформе, используемой для переноса информации на формный материал (пластину).

**Монтаж фотоформ** – это размещение и закрепление на прозрачной основе в соответствии с макетом издания отдельных фотоформ, например, сверстанных полос.

Операция монтажа фотоформ, независимо от способа печати, включает в себя расчерчивание плана монтажа и собственно монтаж фотоформ на прозрачной основе. План монтажа расчерчивают в соответствии с макетом издания на плотной прозрачной (полупрозрачной) бумаге или матированной полимерной пленке. Монтаж фотоформ (так же, как и расчерчивание плана монтажа) выполняется на монтажном станке. Для этого на его стекло укладывают план монтажа, на него – лист монтажной основы (например, тонкую лавсановую пленку) и во избежание сдвига скрепляют их липкой лентой. Согласно плану монтажа, на монтажную основу приклеивают липкой лентой или клеем негативы или диапозитивы полос, контрольные метки и шкалы. Готовый монтаж отделяют после этого от плана монтажа и при отсутствии дефектов утверждают для изготовления печатной формы.

## **6. ПРОИЗВОДСТВО ПЕЧАТНЫХ ФОРМ**

Печатные формы в зависимости от вида информации, предъявляемых требований к точности ее воспроизведения, а также вида печати, тиражестойкости, применяемых для изготовления материалов и других факторов изготавливают:

- наборно-отливным методом;
- фотокопировальным, электрофотографическим и лазерным способами;
- электронно-механическим, лазерным и электронным гравированием;
- выполнением гальваностереотипов, отливкой и прессованием стереотипов, а также другими способами.

## 6.1. Изготовление печатных форм плоской офсетной печати

Печатные формы плоской офсетной печати изготавливают фотокопировальным, электрофотографическим и лазерным способами.

**Фотокопировальным процессом** называется перенос информации фотоформы с помощью света на формные пластины (реже цилиндры), покрытые светочувствительным (копировальным) слоем. Он основан на способности копировального слоя изменять свои физико-химические свойства и, прежде всего, растворимость под действием света. Копировальный слой обычно представляет собой тонкую (2–4 мкм) воздушно-сухую пленку светочувствительного или очувствленного полимера. Такие слои обладают очень низкой светочувствительностью и только к коротковолновым лучам. Поэтому их используют лишь для контактного копирования с фотоформ, применяя для экспонирования сильные источники освещения (металлогалогенные и другие лампы). Обработка таких копий производится при слабом дневном свете или при освещении маломощных электрических ламп.

В зависимости от состава применяемые копировальные слои подразделяют на следующие четыре группы: слои из гидрофильных полимеров, очувствленных солями хромовой кислоты; слои из гидрофильных полимеров, очувствленных диазосоединениями; слои на основе диазосоединений; фотополимеризующиеся слои.

Гидрофильные полимеры, очувствленные солями хромовой кислоты, часто называют хромированными копировальными слоями. Они состоят в основном из двух компонентов: гидрофильного полимера, например, поливинилового спирта или желатины и соли хромовой кислоты – в большинстве случаев дихромата аммония. При экспонировании формных пластин свет проходит только через прозрачные участки негатива и задубливает находящийся под ними копировальный слой, образованный солями хромовой кислоты. После растворения незадубленного слоя (проявления копий) на поверхности пластины получается позитивное изображение.

Гидрофильные полимеры, очувствленные диазосоединениями – это слои, состоящие из двух компонентов, например, поливинилового спирта или поливинилпирролидона (синтетический цепной полимер на основе виниловых соединений) и диазосмолы (высокомолекулярная светочувствительная соль диазония).

Слои на основе диазосоединений в зависимости от состава могут быть как негативными, так и позитивными. Последние нашли наиболее широкое применение. Они состоят из ортонафтохинондиа-

зитов (О-диазохиноны нафталинового ряда) и некоторых компонентов, улучшающих их физико-химические и механические свойства. До облучения такие слои нерастворимы (например, в щелочах) и являются олеофильными. Но при экспонировании, например, через негатив, освещенные участки слоя разлагаются с образованием инденкарбоновой кислоты. При проявлении продукты разложения удаляются с освещенных участков, а на неосвещенных остается первоначальный копировальный слой, образующий негативное изображение.

Фотополимеризующиеся копировальные слои состоят из смеси полимеров и ненасыщенных соединений (мономеров), которые под действием света полимеризуются (происходит рост макромолекул с образованием сетчатой структуры), а также других компонентов, улучшающих рабочие свойства этих слоев. В результате полимеризующееся вещество изменяет свои физико-химические свойства и в том числе теряет растворимость. Следовательно, они относятся к негативным слоям.

**Монометаллические печатные формы** изготавливаются в большинстве случаев на алюминиевых (реже стальных) пластинах толщиной 0,3–0,5 мм и форматом, согласованным с форматом печатных машин. При этом пластины для позитивного и негативного способов копирования отличаются только составом нанесенного копировального слоя: в первом случае используются диазосоединения, во втором – фотополимеризующиеся слои.

Процесс изготовления монометаллических форм позитивным копированием выполняется по технологической схеме, включающей:

- экспонирование – воздействие в течение нескольких минут через диапозитивы на поверхность пластины сильного освещения, вызывающего фотохимическое разложение диазосоединений только на будущих пробельных элементах формы по всей толщине копировального слоя;

- проявление копий в слабом растворе кремнекислого натрия (до 1 мин) и промывку водой, в результате чего пробельные элементы полностью освобождаются от продуктов реакции и остатков проявляющего раствора, а на печатающих – остается слой с первоначальными олеофильными свойствами;

- гидрофилизацию пробельных элементов – обработку их гидрофилизирующим раствором, образующим устойчивую гидрофильную пленку (например, для алюминиевых пластин раствором, содержащим фосфорную кислоту и натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы);

– нанесение защитного слоя растворимого в воде полимера (например, крахмала, декстрина и т. д.) с последующей его сушкой, для защиты поверхности формы от загрязнений, окисления и повреждения при хранении и установке в печатную машину.

Физико-химическая устойчивость копировального слоя и его адгезия к поверхности пластины во многом определяет тиражестойкость печатных форм, достигающую 50–75 тысяч оттисков. Для повышения тиражестойкости форм до 150–175 тысяч оттисков их перед гидрофиллизацией подвергают термической обработке в течение 3–6 мин при температуре 180–200 °С. В результате этого в копировальном слое формы происходят сложные физико-химические изменения, приводящие к резкому повышению его прочности и износостойкости.

В *биметаллических печатных формах* печатающие и пробельные элементы находятся на разных металлах, обладающих различными молекулярно-поверхностными свойствами. Для печатающих элементов используют медь, а для пробельных – обычно хром. В процессе обработки поверхностей этих металлов некоторыми растворами образуются очень устойчивые адсорбционные пленки, обеспечивающие большую тиражестойкость этих форм (до 1 млн оттисков) и хорошие печатно-технические характеристики. Однако в сравнении с монометаллическими формами процесс изготовления биметаллических форм сложнее, дороже и хуже в экологическом отношении. Обычно биметаллические печатные формы изготавливают на предварительно очувствленных полиметаллических пластинах позитивным копированием с химическим травлением металла на печатающих элементах. В большинстве случаев полиметаллические пластины изготавливают на листах из углеродистой стали толщиной 0,35–0,5 мм с электрохимическим наращиванием рабочих слоев меди и хрома. Для этого после обезжиривания и декапирования на стальные листы электрохимическим способом вначале осаждают с обеих сторон тонкий подслой никеля, а затем на него наращивают слой меди, толщиной 5–6 мкм. Далее на медную поверхность с рабочей стороны пластины тем же способом наращивают слой хрома толщиной до 1 мкм и покрывают его негативным копировальным слоем, состоящим из гидрофильных полимеров, очувствленных диазосоединениями. Технология изготовления таких печатных форм включает следующие операции:

– экспонирование копировального слоя через диапозитивы. При этом копировальный слой задубливается на всю толщину только на будущих пробельных элементах;

– проявление копий водой, в результате чего незадублированный слой полностью удаляется с будущих печатающих элементов формы до поверхности хрома;

– травление хрома – удаление его полностью со всех печатающих элементов, растворами, не взаимодействующими с медью и задублированным копировальным слоем (например, на основе хлорида цинка или магния и ортофосфорной кислоты);

– удаление задублированного слоя с пробельных элементов химическим способом в растворах (например, марганцовокислого калия и едкого натра), которые разрушают копировальный слой;

– обработка формы раствором, состоящим из бутилксантогената калия, щавелевокислого аммония и натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ), для повышения гидрофильных свойств хрома и олеофильных – меди. При этом бутилксантогенат калия адсорбируется только на поверхности меди (печатающие элементы), образуя на ней химически фиксированную пленку диксантогената меди, а NaКМЦ адсорбируется на пробельных элементах в виде гидрофильной пленки;

– в заключение форму (как и монометаллическую) покрывают защитным слоем коллоида (например, декстрином или NaКМЦ) и высушивают.

**Электрофотографический способ** изготовления печатных форм заключается в получении текстовой и изобразительной информации на специальных слоях, электрические свойства которых изменяются в соответствии с количеством поглощенного слоем светового излучения. Светочувствительным слоем служат неорганические или органические фотополупроводники (аморфный селен, окись цинка и т. д.), т. е. вещества, получающие дополнительную электропроводность при воздействии светового излучения. Электрофотографические способы можно разделить на две группы: прямые, в которых окончательное изображение и текст формируются непосредственно на электрофотографическом фотополупроводниковом слое (ЭФС), и косвенные, где они переносятся с ЭФС на другой материал (бумагу и т. д.). При этом запись информации на ЭФС может быть форматной (в специализированных электрофотографических аппаратах) или поэлементной (в сканерах и различных выводных устройствах).

Процесс получения изображения косвенным электрофотографическим способом (например, ксерографией) включает следующие операции:

- Электризацию (зарядку) ЭФС в коронном разряде. При этом полученный заряд может сохраняться (в темноте) в электрофотографическом слое только в течение нескольких часов.

- Экспонирование контактное или проекционное – под воздействием света с освещенных участков ЭФС заряды стекают через пластину в землю, а оставшиеся на неосвещенных участках заряды образуют скрытое позитивное электростатическое изображение.

- Проявление – осуществляется физическим способом сухими или жидкими проявителями. В первом случае на поверхность экспонированной пластины наносится тонер – мелкодисперсный порошок, частицы которого размером 5–7 мкм состоят из смеси магнитного материала, полимера и черного или цветного красителя (для черного тонера в качестве красителя обычно применяется сажа). При этом частицы тонера, несущие противоположный заряд, прилипают к заряженным участкам слоя, образуя на нем видимое изображение. Жидкие проявители представляют собой измельченные частицы сухого проявителя, диспергированные в диэлектрической жидкости.

- Перенос изображения на воспринимающий материал (например, бумагу). При этом материал накладывается на ЭФС и изображение (заряженные частицы тонера) электростатическим полем переносится с него на сопрягающуюся поверхность листового материала (бумаги).

- Закрепление изображения – при нагревании или в парах растворителя частицы тонера расплавляются и прочно соединяются с бумагой, образуя длительно сохраняющееся изображение.

ЭФС можно использовать многократно (до нескольких тысяч раз), повторяя каждый раз все рассмотренные операции процесса с обязательной очисткой его поверхности от остатков красящего порошка (тонера) перед следующей электризацией. Основная отличительная особенность технологии изготовления электрофотографических печатных форм – это высокая скорость процесса (одна форма может быть изготовлена за несколько минут), возможность его полной автоматизации, исключение процесса изготовления фотоформ, однако качество получаемого изображения несколько ниже в сравнении, например, с галогенидосеребряными фотоизображениями. Электрофотографические процессы широко применяются для изготовле-

ния малоформатных форм плоской офсетной печати, которые используются в так называемой оперативной (малой) полиграфии для выпуска малотиражной продукции. В частности, прямой электрофотографический способ изготовления таких печатных форм включает следующие операции:

- 1) подачу пластины из магазина в зону электризации и электризацию (зарядку) ее ЭФС;
- 2) экспонирование изображения при освещении оригинала металлогалогенными лампами;
- 3) проявление скрытого электростатического изображения жидким проявителем;
- 4) термическое закрепление полученных олеофильных печатающих элементов;
- 5) химическое удаление ЭФС с пробельных элементов формы;
- 6) нанесение на печатную форму защитного коллоида и его сушку.

Если на поверхности алюминиевой пластины перед нанесением ЭФС не была создана гидрофильная пленка, то перед нанесением защитного коллоида производят гидрофилизацию пробельных элементов.

*Лазеры* в полиграфическом производстве применяются для поэлементной записи информации не только на фотоматериал (при изготовлении фотоформ), но и непосредственно на формные материалы при изготовлении печатных форм различными способами печати. В частности, *лазерным излучением* формы плоской печати можно изготавливать с репродуцируемых оригинал-макетов, с магнитных носителей текстовой и изобразительной информации, непосредственно из памяти ЭВМ и линий передачи факсимильных изображений. В первом случае применяются специальные лазерные автоматы, включающие анализирующие и записывающие устройства, а в остальных – выводные (записывающие) лазерные устройства. Печатные формы чаще всего изготавливают на пластинах зерненого алюминия, покрытых одним из следующих рабочих слоев:

- копировальным, обладающим высокой светочувствительностью;
- электрофотографическим на основе органических фотополупроводниковых материалов;
- лаковым или иным олеофильным слоем, выжигаемым лазерным излучением.

Процесс изготовления на лазерных автоматах печатных форм с репродуцируемых оригинал-макетов включает: считывание (сканирование) оригинала, поэлементную запись этой информации на форм-

ную пластину и ее последующую обработку. Сущность обработки определяется составом рабочего слоя и характером подготовки поверхности пластины.

На пластинах печатных форм с олеофильным лаковым слоем тепловое излучение CO<sub>2</sub>-лазера поэлементно воздействует на слой, выжигая его на пробельных участках. При этом если оригинал содержит тоновое изображение, то осуществляется его электронное растривание, и оно записывается в виде совокупности мельчайших растровых элементов (с линиатурой 400 лин/см и выше), соединяющихся друг с другом. Оставшиеся на пластине участки слоя являются печатающими элементами. После этого производится (при необходимости) гидрофилизация пробельных элементов, и готовая форма покрывается защитным коллоидом.

На пластинах со светочувствительным (например, фотополимеризующимся) слоем при записи аргоновым лазером происходит полимеризация слоя на печатающих элементах. После этого следует такая же обработка, как и при изготовлении монометаллических форм негативным копированием: проявление, гидрофилизация и покрытие защитным коллоидом.

Принцип изготовления формы в лазерном автомате на пластинах с электрофотографическим слоем такой же, как и при прямом электрофотографировании оригинала с той лишь разницей, что изображение на ЭФС записывается поэлементно лазерным излучением. Обработка экспонированных копий остается неизменной.

## **6.2. Изготовление печатных форм высокой печати**

Верхние участки печатающих элементов форм высокой печати расположены в одной плоскости. Пробельные же элементы углублены с таким расчетом, чтобы на них не попадала краска, наносимая в процессе печатания упругоэластичными валиками. Минимальная величина углублений согласуется с расстоянием между печатающими элементами: чем больше расстояние между ними, тем более углубленными должны быть пробельные элементы. Так, в зависимости от расстояния между штрихами глубина пробельных элементов составляет от 0,04 до 0,7–1,0 мм, а для растровых форм она зависит от линиатуры растра и тонов изображения. Для выполнения оптимального печатного процесса требуется не только необходимая глубина пробельных элементов, но и определенный – трапецевидный профиль печатающих элементов. В высокой печати используется большое

многообразии печатных форм, различающихся по многим признакам. В свою очередь, все эти формы подразделяются на оригинальные и стереотипы.

**Оригинальные формы** изготавливаются с текстовых и изобразительных оригиналов и предназначены для печатания тиража или для размножения печатных форм.

**Стереотипы** – это формы-копии, полученные с оригинальных форм и служащие только для печатания тиража.

Оригинальные изобразительные формы независимо от способа их изготовления обычно называются **клише** (франц. *cliche*). Печатные формы, состоящие (набранные) из отдельных литер, воспроизводящих буквы или целые строки текста, называются **наборно-отливными**.

При изготовлении печатных форм высокой печати широко применяются литейные, фотографические, химические и электрохимические процессы, а также процессы прессования и механической обработки. Тиражестойкость печатных форм зависит от способа их изготовления, природы формного материала, режима печатного процесса и колеблется в широких пределах: от нескольких десятков до 500 и более тысяч оттисков.

**Наборно-отливные печатные формы** содержат строки текста, изготовленные из металла (реже пластмассы), в виде пластин, имеющих на торцевой стороне рельефные изображения букв и знаков. Технология изготовления этих форм включает:

1) набор строк текста, заголовков и других элементов издания; формирование из отдельных элементов одинаковых по формату полос, т. е. верстку полос;

2) монтаж печатных форм из нескольких сверстанных полос;

3) корректуру текста на различных стадиях изготовления печатной формы. Набор строк текста может быть ручным, механизированным строкоотливным, автоматизированным строкоотливным или буквоотливным. Верстка же полос и монтаж форм, независимо от техники набора, выполняются в принципе одинаково с большим использованием ручного труда. Механизированный и автоматизированный набор осуществляется на наборно-отливном оборудовании, обеспечивающем набор (ввод) текстовой информации и отливку строк текста.

В **фотохимических способах** изготовления печатных форм информация посредством копирования со штриховых, растровых или текстовых негативов записывается на формные пластины.

При этом в зависимости от типа формных пластин, пробельные элементы углубляются в них химическим травлением металла (микроцинковые формы) или удалением (вымыванием) незаполимеризованного материала (фотополимерные формы).

**Фотополимерные печатные формы** (ФППФ) – это формы высокой печати, у которых печатающие (а в некоторых случаях и пробельные) элементы сформированы из фотополимеров, представляющих собой высокомолекулярные соединения сшитой (трехмерной) структуры (с толщиной слоя от 0,4 до 1 мм), полученные в результате действия света на фотополимеризующийся материал. По своему физическому состоянию эти материалы подразделяются на твердые (ТФПМ) и жидкие (ЖФПМ). Данные формы являются наиболее прогрессивными формами высокой печати и применяются для производства разнообразной полиграфической продукции.

**Печатные формы из ТФПМ** изготавливают на фотополимеризующихся пластинах (ФПП), состоящих из стальной или алюминиевой подложки толщиной 0,2–0,3 мм, к которой с помощью адгезионно-противоориольного слоя прикреплен фотополимерный слой толщиной от 0,4 до 1,5 мм и более. Важнейшими компонентами твердых фотополимеров являются полимеры (например, производные целлюлозы и поливинилового спирта или полиамиды), а также сшивающие агенты (ненасыщенные мономеры, олигомеры или их смеси). В зависимости от состава их можно разделить на три группы: спиртоводовываемые (на основе полиамидов), щелочеводовываемые (на основе соединений целлюлозы) и водовываемые (на основе поливинилового спирта). Процесс изготовления таких печатных форм состоит обычно из следующих операций:

- Предварительное (кратковременное) освещение фотополимерного слоя источниками УФ-излучения, вызывающее в слое химическую реакцию, связывающую кислород. Это увеличивает светочувствительность слоя и повышает качество печатной формы.
- Экспонирование через негативы в течение нескольких минут УФ-излучением, которое, проходя через прозрачные участки негатива и всю толщину слоя, приводит к полимеризации последнего.
- Вымывание незаполимеризованного слоя с пробельных элементов в течение нескольких минут в вымывных машинах.
- Доэкспонирование формы после промывки и сушки, т. е. дополнительное освещение ее в течение нескольких минут УФ-

излучением, для увеличения степени полимеризации печатающих элементов и повышения их тиражестойкости.

Процесс изготовления *печатной формы из ЖФПМ* начинается с подготовки копировально-формирующего пакета (рис. 6.1, а). Для этого на его стекле 1 укрепляют негатив 2 и укладывают их на ограничительную раму 3, обеспечивающую необходимую толщину будущей печатной формы. Снизу раму закрывают магнитной плитой 4, на которую уложена стальная формная пластина 5, покрытая адгезионно-противоориольным слоем 6. Далее скрепляют полученный пакет, его полость заполняют ЖФПМ и после этого помещают в установку для экспонирования. В процессе экспонирования ЖФПМ полимеризуется под прозрачными участками негатива, формируя печатающие элементы, прочно удерживающиеся на пластине (рис. 6.1, б). ЖФПМ изготавливаются обычно на химических заводах из реакционноспособных олигомеров (олигоэфиракрилатов, олигоэфирмалеинатов и т. д.) и мономеров (ненасыщенных карбоновых кислот, их сложных эфиров и других), а также фотоинициаторов и целевых добавок (улучшающих рабочие свойства материала).

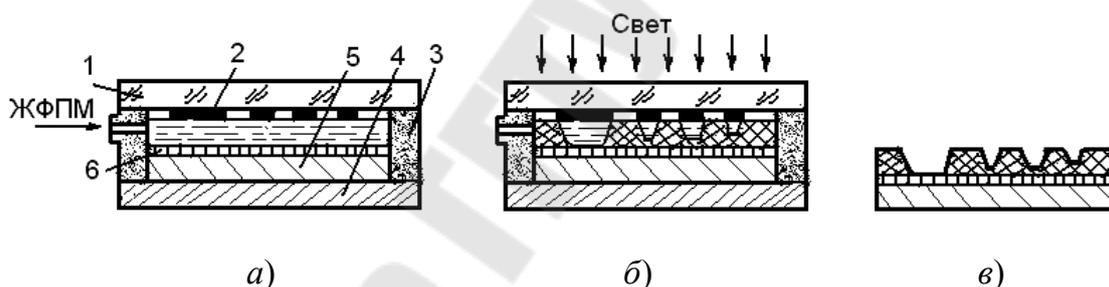


Рис. 6.1. Схема изготовления печатной формы из ЖФПМ

Затем пакет разбирается и незаполимеризованный материал удаляется с пробельных элементов. Эта операция может выполняться различными способами: вымыванием соответствующими растворами, выдуванием сжатым воздухом, вакуумным отсасыванием или механическим удалением материала с помощью ракеля. В заключение форма высушивается и подвергается дополнительной обработке: облучению УФ-излучением или нагреванию, что увеличивает степень полимеризации печатающих элементов формы (рис. 6.1, в), повышая ее тиражестойкость. Для изготовления таких форм выпускается оборудование, выполняющее в автоматическом режиме все операции, в том числе и подготовку копировально-формирующего пакета. Эти формы по сравнению с формами из ТФПМ характеризуются более

низкой (в несколько раз) себестоимостью, худшим качеством воспроизведения растровых изображений, более сложной технологией изготовления и поэтому не находят широкого применения.

Современная технология изготовления **микроцинковых печатных форм** травлением пробельных элементов позволяет получать на одной пластине штриховые и растровые изображения, а также текст. Формные пластины различных форматов изготавливаются толщиной 1,0–3,0 мм из микроцинка – сплава на основе цинка высокой чистоты, содержащего в незначительных количествах целевые добавки (Al, Mg и др.). На одну сторону этой пластины наносится копируемый слой, а обратная сторона покрывается лаком, защищающим ее от травления. Технология изготовления кислотостойких копий на этих пластинах включает следующие процессы:

1) экспонирование (несколько минут) через фотонегатив изображения, приводящее к полимеризации копируемого слоя на будущих печатающих элементах формы;

2) проявление копии в щелочном растворе – полное удаление незаполимеризованного слоя с пробельных элементов;

3) промывка в воде и высушивание полученного на пластине стойкого к действию кислот изображения, состоящего из фотополимера;

4) травление в эмульсии (от 1 до 10 мин), состоящей из водного раствора азотной кислоты (травящего компонента) и защитного препарата – углубление пробельных элементов (не защищенных фотополимером) до получения требуемого рельефа изображения;

5) обработка изображения раствором тринатрийфосфата, для удаления с изображения пленки защитного препарата. При этом фотоконируемый слой остается на печатающих элементах формы, так как он не мешает процессу печатания.

По своим экономическим, технологическим и экологическим показателям такие формы уступают фотополимерным формам и поэтому постепенно вытесняются ими.

Изготовление клише **электронно-механическим гравированием** осуществляется на соответствующих автоматах путем построчного считывания изображения оригинала и преобразования его в электрический сигнал, синхронно управляющий гравирующим на формной пластине устройством. Последнее снабжено пирамидальнообразной формы резцом, который механически удаляет часть формного материала в виде узких бороздок (линейное гравирование) или ячеек прямоугольной формы (точечное гравирование). В процессе гравирова-

ния резец совершает плавные возвратно-поступательные движения к поверхности формы и удаляет материал с пробельных гравированных элементов, а нетронутые резцом участки образуют печатающие элементы. Глубина погружения резца и образующаяся площадь печатающих элементов зависят от тональности оригинала. Чем светлее его участки, тем глубже погружается резец в формную пластину и тем меньше получается площадь печатающих элементов. Углубления при этом получаются в виде квадратных пробельных элементов различной глубины и площади. Тона оригинала передаются, таким образом, точечной растровой структурой (от 20 до 60–70 лин/см). Штриховые изображения воспроизводятся линейным гравированием, при котором каждый штрих наносится (на клише) несколькими сливающимися между собой линиями. Поэтому точность воспроизведения штрихов зависит от линиатуры гравирования. В зависимости от характера штрихов удовлетворительные результаты достигаются при линиатуре 200–360 лин/см. Электронно-механическое гравирование позволяет полностью автоматизировать и тем самым значительно ускорить процесс изготовления клише, а также уменьшить расход материалов и исключить использование большой номенклатуры фотомеханического оборудования. Однако этот способ ограничивает форматные возможности клише, снижает производительность получения штриховых клише при невозможности изготовления тексто-изобразительных форм. Данные формы уступают фотополимерным печатным формам, хотя и применяются еще на небольших полиграфических предприятиях.

**Стереотипы** (от греч. stereos – твердый + typos – отпечаток) – это монолитная копия (печатная форма), изготовленная в масштабе один к одному с оригинальной формы высокой печати. До внедрения в высокую печать фотонабора и фотополимерных печатных форм стереотипы широко применялись для: печатания изданий тиражами, превышающими тиражестойкость оригинальных форм; одновременного печатания на одном листе бумаги нескольких одинаковых экземпляров малоформатной продукции (бланков); повторного (стереотипного) издания книжной продукции, для которой сохраняют заранее изготовленный комплект матриц; децентрализации печатания одного и того же издания в разных городах. Однако в настоящее время, в связи с развитием плоской офсетной и других видов печати, а также внедрением в высокую печать фотополимерных печатных форм, стереотипы практически не применяются.

**Технология изготовления стереотипов** основана на применении литейных, механических и гальванотехнических процессов и включает в себя операции:

1) изготовление с оригинальной формы методом прессования на пластичном материале матрицы, на которой печатающие элементы формы передаются соответствующими углублениями, находящимися в одной плоскости;

2) получение с матриц стереотипов одним из следующих способов: отливкой – литые стереотипы; гальваническим – гальваностереотипы; прессованием – прессованные стереотипы;

3) отделка стереотипов, заключающаяся в обработке торцевых сторон стереотипа, доведении до требуемой толщины, углублении больших по площади пробельных участков и т. д.

**Матрицы для отливки стереотипов** из типографского (свинцово-сурмяно-оловянистого) сплава изготавливаются из специального матричного картона толщиной 0,4–1,0 мм, для увеличения пластичности который увлажняют непосредственно перед матрицированием. При изготовлении матрицы на нижнюю плиту прессы (нагретую до 110–120 °С) помещается подготовленная оригинальная форма с наложенным на нее листом увлажненного матричного картона и эластичного настила. Затем в процессе прессования (5–10 с) печатающие элементы формы деформируют матричный картон, образуя в нем углубленные элементы. Далее при сниженном давлении матрица высушивается непосредственно в прессе на оригинальной форме и подается на отливку. Здесь она укладывается в отливную форму и форма заполняется под давлением расплавленным типографским сплавом. После охлаждения сплава изготовленный стереотип извлекается из отливной формы и подвергается отделке. Отлитые стереотипы имеют, как правило, несколько большую (на 0,2–0,4 мм) толщину и недостаточную глубину больших по площади пробельных участков, что и устраняется механической обработкой в процессе их отделки. Литые стереотипы используются обычно для печатания продукции, не содержащей растровых изображений с линиатурой более 36–40 лин/см.

**Матрицы для гальваностереотипов** изготавливают из винилпластовой пленки толщиной 0,8–0,9 мм, для придания токопроводности на поверхность которой наносится тонкий слой размельченного графита или токопроводящий слой создается методом ее химического меднения. Затем матрицу прессуют на оригинальной форме в разогретом состоянии, и после охлаждения осаждают на ней в гальваниче-

ской ванне медный слой толщиной 0,3–0,5 мм. Процесс электролиза протекает при постоянном токе низкого напряжения, при этом матрица служит катодом, а анодом является медная пластина. Затем полученный гальваностереотип отделяют от матрицы и упрочняют с оборотной стороны типографским сплавом или пластмассой до необходимой толщины. Такие стереотипы с большей точностью (почти без искажений) передают все элементы оригинальной формы.

**Матрицы для прессованных стереотипов** обычно изготавливают из слоистого терморезистивного материала, состоящего из двух – трех листов картона, пропитанного фенолформальдегидной смолой и покрытого с лицевой стороны защитно-разделительным слоем. Перед прессованием матрицы подготовленную оригинальную форму разогревают, на нее укладывают лист матричного материала, затем настил и собранный пакет помещают в матричный пресс с нагретыми плитами, создающий необходимое давление. Здесь, после размягчения материала, матрица прессуется с последующим охлаждением. Затем ее снимают с формы и для окончательного отверждения подвергают термообработке. Далее полученная матрица при изготовлении стереотипов выполняет функции штампа. Материалом для стереотипов служит пластмасса (поливинилхлоридные пластины и смешанные полиамиды), а также резина. Прессование осуществляется после нагрева и размягчения пластмассы, заполняющей под давлением все углубления матрицы. После охлаждения полученный стереотип отделяют от матрицы и подвергают такой же отделке, как и другие стереотипы. Резиновые стереотипы получают прессованием матрицы в сырую резину, изготовленную на основе каучука. В процессе нагрева и прессования она размягчается и заполняет все углубления матрицы. Далее протекает процесс вулканизации – затвердевания резины и ее перехода в термостабильное состояние. При этом повышаются теплостойкость и механические свойства резины с одновременной усадкой стереотипа до 1,5–2,0 %.

Пластмассовые стереотипы с достаточной точностью воспроизводят изображения оригинальных форм и обладают высокой тиражестойкостью (винипластовые – до 250 тысяч оттисков, а полиамидные – до 1 миллиона оттисков). Резиновые стереотипы характеризуются высокими упругоэластическими свойствами, большой тиражестойкостью, хорошими печатно-техническими показателями, относительно простой технологией изготовления и низкой стоимостью.

### 6.3. Изготовление печатных форм глубокой печати

Печатающие элементы современных форм глубокой печати представляют собой мельчайшие по площади углубления (растровые ячейки), которые разделены тонкими перегородками (пробельными элементами), находящимися на одном уровне с поверхностью формного материала и служащими опорой ракелю. Для достижения высокой производительности печатных машин формы глубокой печати обычно выполняют не на пластинах, а непосредственно на формных цилиндрах. При форматной записи информации эти формы изготавливают пигментным или беспигментным способами. В первом случае информация с фотоформ (обычно с диапозитивов) переносится вначале на промежуточный носитель (пигментную бумагу), а с него – на формный цилиндр; во втором случае информация с фотоформ переносится непосредственно на формный цилиндр.

В качестве формного материала обычно применяется электролитическая медь, гальванически наращиваемая на формные цилиндры. Последние входят в комплект печатной машины и используются, как правило, неограниченное число раз. Процесс подготовки цилиндров на полиграфическом предприятии продолжается несколько суток и включает в себя следующие операции (рис. 6.2):

1) механическую и химическую обработку поверхности стального цилиндра 1, диаметр и длина которого соответствуют типу печатной машины;

2) осаждение гальваническим путем тонкого (5–10 мкм) слоя никеля 2, необходимого для более прочного сцепления основного слоя меди с поверхностью цилиндра;

3) гальваническое наращивание основного слоя меди 3 и механическую обработку его поверхности (проточку, шлифовку и полировку);

4) нанесение на основной медный слой химическим способом тончайшего разделительного слоя 4 (серебряного или какого-либо иного), обеспечивающего получение съемной медной рубашки;

5) гальваническое наращивание медной рубашки 5 толщиной 80–100 мкм с последующей ее полировкой.

Затем в процессе изготовления формы на медной рубашке 5 получают печатающие и пробельные элементы, а после печатания тиража ее надрезают и отделяют (благодаря разделительному слою) от цилиндра. Повторная многократная подготовка цилиндров занимает в несколько раз меньше времени и сводится к отделению отработавшей медной рубашки, обезжириванию поверхности цилиндра, вос-

становлению разделительного слоя и гальваническому наращиванию новой медной рубашки с последующей полировкой ее поверхности.

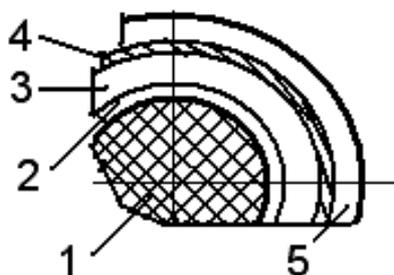


Рис. 6.2. Схематический разрез формного цилиндра глубокой печати

Процесс изготовления печатных форм с применением пигментной бумаги сводится к следующим операциям: подготовке формных цилиндров, получению на них пигментно-желатиновой копии, травлению и отделке формы.

**Пигментная бумага** состоит из бумажной подложки, покрытой с одной стороны окрашенным в оранжево-красный цвет слоем желатины толщиной 80–90 мкм с целевыми добавками. Во избежание темного дубления пигментную бумагу очувствляют в растворе дихромата калия обычно непосредственно перед экспонированием. После высушивания ее пигментно-желатиновый слой становится светочувствительным и дубится под действием сине-фиолетового излучения.

Информация на пигментную бумагу копируется через растр, а затем с фотодиапозитивов в таких же по принципу работы копировальных станках, как и при изготовлении форм плоской офсетной печати. Растр глубокой печати представляет собой стеклянную пластину, на поверхности которой нанесены мельчайшие непрозрачные чаще всего квадратные элементы, разделенные между собой прозрачными промежутками – «линиями». Ширина непрозрачных элементов в 2,4–4,0 раза больше ширины прозрачных «линий». Наибольшее применение получили растры с 70–80 лин/см. При экспонировании через растр лучи света пройдут только через его прозрачные участки, в результате чего пигментно-желатиновый слой будет расчленен задубленными на одинаковую глубину взаимно перпендикулярными «линиями». Затем при экспонировании диапозитива интенсивность прошедшего светового потока будет определяться степенью прозрачности его участков. Чем больше прозрачность, тем глубже задубляются соответствующие участки пигментно-желатинового слоя, на-

ходящиеся между задубленными растровыми «линиями» (последние при этом получают дополнительное дубление). После этого экспонированную копию прикатывают пигментно-желатиновым слоем к обезжиренной поверхности формного цилиндра и помещают его в воду. Здесь в процессе вращения цилиндра бумажная основа легко отделяется от пигментно-желатинового слоя, а все его незадубленные участки растворяются водой и удаляются с поверхности, т. е. происходит проявление копии. В результате на медной поверхности цилиндра после высушивания остается (рис. 6.3, а) рельефный пигментно-желатиновый слой 1 с одинаковой максимальной высотой «линий» и различной высотой (от 1 до 12–14 мкм) элементов между ними.

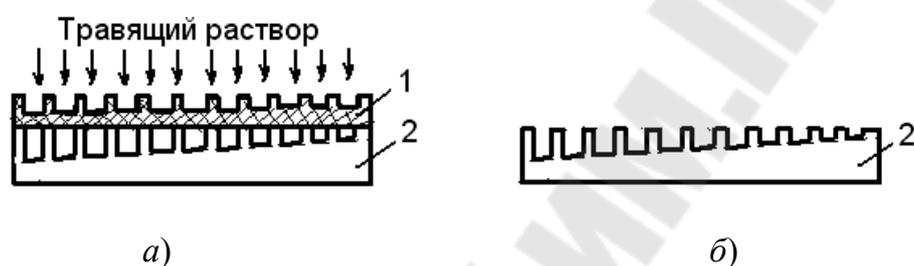


Рис. 6.3. Схема изготовления формы глубокой печати пигментным способом

Далее форма 2 подвергается травлению водными растворами хлорного железа. Основное его отличие от травления форм высокой печати заключается в том, что, во-первых, травятся не пробельные, а печатающие элементы, и, во-вторых, травление металла (меди) происходит под задубленным пигментно-желатиновым слоем. Последнее не только усложняет процесс, но и затрудняет его контроль. В процессе травления раствор вызывает набухание пигментно-желатинового слоя и проникает (диффундирует) через него к поверхности меди, вступая с ней в химическую реакцию с образованием хорошо растворимых соединений хлорной меди и хлористого железа, которые с поверхности меди диффундируют обратно в травящий раствор. Под тонкими участками слоя травление начинается раньше и протекает интенсивнее, чем под более толстыми слоями. В результате получают печатающие элементы необходимой глубины – от 3 до 35 мкм. Поскольку через «линии» слоя, полученные от копировального раstra, травящий раствор практически не проникает, то и медь под ними не травится, и на поверхности формы образуются перегородки, необходимые для опоры ракеля при печатании. После травления пигментно-желатиновый слой удаляется с формы соответ-

ствующими растворами и в итоге получается печатная форма 2 (рис. 6.3, б) с постоянной площадью и переменной глубиной печатающих элементов. Для повышения тиражестойкости формы до 0,4–0,5 миллионов оттисков и более на ее поверхность после этого гальваническим способом наращивается тонкий (3–5 мкм) слой хрома. Данный способ изготовления является многооперационным, сложным, трудоемким и длительным, но он позволяет изготавливать формы, обеспечивающие высокое качество воспроизведения тоновых изображений.

Для печатания продукции, к которой не предъявляется высоких требований тоновоспроизведения, формы можно изготавливать упрощенным *беспигментным способом (глубокой автотипией)*. Суть его заключается в непосредственном копировании предварительно растриваемых изображений на формный цилиндр (минуя пигментную бумагу) и в прямом недиффузионном травлении печатающих элементов. В частности, с помощью специальных растров 1 (рис. 6.4, а) изготавливают диапозитивы 2 (рис. 6.4, б), которые копируют на формный цилиндр 4, покрытый негативным копировальным слоем 3 (например, фотополимеризующимся). В результате экспонирования слой 3 полимеризуется на будущих пробельных элементах и после его проявления (удаления с печатающих элементов) производится травление формы 4 в растворе хлорного железа. В результате этого почти все печатающие элементы формы травятся на одинаковую глубину (1–16 мкм) и далее процесс ее изготовления завершается удалением оставшегося копировального слоя.

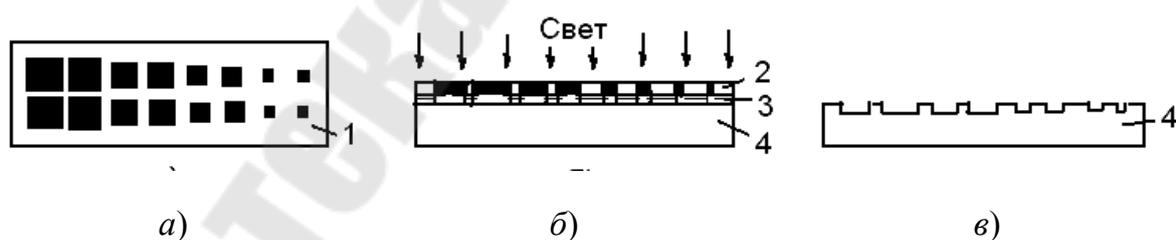


Рис. 6.4. Схема изготовления формы глубокой печати беспигментным способом

Полученные формы имеют различные по площади, но примерно одинаковой глубины печатающие элементы, которые разделены неодинаковыми по ширине пробельными элементами (рис. 6.4, в), служащими в процессе печатания опорой ракелю. Тоновые изображения этими формами передаются различными по величине растровыми

элементами, при почти одинаковой толщине красочного слоя, как в высокой и плоской офсетной печати. Это значительно сужает их градационные возможности по сравнению с формами, изготовленными пигментным способом.

Наиболее прогрессивную технологию изготовления форм глубокой печати обеспечивает поэлементная запись изображения на формном цилиндре путем *гравирования печатающих элементов*. Оно может выполняться электронно-механическим, лазерным и электронно-лучевым способами. Наиболее широко применяется первый способ.

*Электронно-механическое гравирование* форм глубокой печати заключается в сканировании изображения промежуточного оригинала и гравировании растровых ячеек на формном цилиндре так же, как и при изготовлении клише, но в этом случае ячейки являются печатающими элементами. Их площадь и глубина зависят от тональности воспроизводимого изображения. Темным участкам соответствуют ячейки наиболее крупные и глубокие (до 40 мкм), а светлым – меньшие по площади и мелкие (до 5–6 мкм). Следовательно, необходимая тональность изображения такими формами воспроизводится на оттисках одновременно за счет различной площади печатающих элементов и неодинаковой толщины красочного слоя. Это значительно расширяет градационные возможности печатных форм, приближая их к формам, изготовленным пигментным способом.

Сущность технологии *лазерного гравирования* печатных форм заключается в следующем. На стальной или омедненный формный цилиндр методом электростатического напыления наносится порошок эпоксидной смолы, который в результате последующего обжига прочно закрепляется и образует на поверхности тонкий (250 мкм) блестящий слой. Затем сканированное изображение в цифровом виде подается на гравирующее устройство и управляет модуляцией луча СО<sub>2</sub>-лазера. Последний гавирует на поверхности формы отдельные ячейки эллипсовидной формы (с частотой 6–16 ячеек на мм). В заключение на отгравированную поверхность наносится тонкий слой никеля. Полученная форма обладает высокой износостойкостью и позволяет печатать до 3 миллионов оттисков. После печатания тиража цилиндры очищаются от смолы и многократно используются для изготовления новых форм.

*Электронно-лучевое гравирование* основано на использовании электронной пушки – вакуумного устройства для получения высоко-

интенсивных электронных пучков (лучей). Она создает кратковременные импульсы с большой концентрацией энергии для «удара» по поверхности формного цилиндра. В результате этого происходит плавление и испарение частиц меди с образованием ячеек разного диаметра и глубины в соответствии с тональностью изображения. Принцип такого гравирования был впервые реализован в машине Электрон Бим Энгрейвинг (ФРГ, 1984 г.). Она представляет собой большую вакуумную камеру, в которой размещаются формный цилиндр и гравирующее устройство, управляемое от цифровых носителей изобразительной и текстовой информации. Процесс гравирования протекает в 30–40 раз быстрее, чем при электронно-механическом способе (100–150 тысяч ячеек в секунду), а геометрическая форма ячеек получается средней между сферической и цилиндрической. Объем ячеек формируется за счет изменения их диаметра (от 50 до 125 мкм) и глубины (от 3 до 58 мкм). Вредные излучения при этом полностью поглощаются защитным кожухом машины. Однако из-за высокой стоимости оборудования электронно-лучевое гравирование печатных форм пока не получило широкого применения.

## **7. ПОНЯТИЯ О СВЕТЕ, ЦВЕТЕ И СИНТЕЗЕ ЦВЕТОВ**

С помощью света через зрение в мозг человека поступает до 80 % информации, которая воспринимается как в виде очертаний предметов, так и их окраски в различные цвета. При этом цвет не является чисто физическим признаком материального мира, а связан с особенностями восприятия света человеческим глазом. Цвет повсюду действует на человека и является важнейшим показателем, характеризующим окружающий мир. Он является также могущественным средством эмоционального воздействия, способным на бессознательном уровне успокаивать и возбуждать человека, создавать ощущение гармонии, усиливать или ослаблять физиологическое воздействие окружающего пространства. Мир красок и цветов бесконечно разнообразен и порою даже трудно уловить многие встречающиеся в природе оттенки и тончайшие их нюансы в постепенных переходах одного цвета в другой. Рассмотрим же физическую сущность и основные характеристики света, природу цвета, особенности синтеза и воспроизведения цветов во всем многообразии оттенков, с тем, чтобы через понимание этих явлений прийти к более эффективному их применению.

**Свет** или световое излучение – это электромагнитные колебания (определенных длин волн), воздействие которых вызывает зрительное ощущение. Световые излучения могут быть простыми (монокроматическими) и сложными.

**Монокроматические** излучения (от греч. monochromos – одноцветный) имеют определенный цвет и не могут быть разложены на более простые составляющие. Их можно наблюдать, например, при разложении белого дневного света стеклянной трехгранной призмой. Полученный при этом спектр состоит из монокроматических излучений в диапазоне длин волн от 380 до 770 нм ( $1 \text{ нм} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ ) и включает в себя следующие цвета: фиолетовый (390–420 нм); синий (450–480 нм); голубой (480–510 нм); зеленый (510–550 нм); желтый (575–585 нм); оранжевый (585–620 нм) и красный (620–770 нм).

**Сложное световое излучение** – это смеси излучений различных длин волн. Его излучают солнце и практически все искусственные источники света, т. е. окружающие нас разноцветные предметы освещаются светом сложного спектрального состава.

**Цвет** – это результат физиологического воздействия на сетчатку глаза соответствующего светового излучения.

В соответствии с законами физики окраска освещенных предметов определяется спектральным составом падающего на предмет, отраженного от него или пропущенного им излучения, попадающего в наш глаз. Далее изображение наблюдаемого предмета проецируется хрусталиком на сетчатку глаза, которая состоит из окончаний нервных волокон, идущих от зрительного центра головного мозга. Эти окончания в соответствии с их формой называются палочками и колбочками. Длина палочек примерно 0,06 мм, а диаметр 0,002 мм. Длина колбочек 0,035 мм, а диаметр 0,006–0,007 мм. Колбочек в сетчатке глаза 6–7 миллионов, палочек – 100–130 миллионов. Светочувствительность палочек и колбочек обусловлена наличием в них веществ, разлагающихся под действием световых лучей. В результате распада этих веществ возникает электрический импульс, который передается по зрительному нерву в головной мозг. Реакции распада светочувствительных веществ обратимы. После возникновения электрического импульса эти вещества восстанавливают свою первоначальную чувствительность к свету. Энергию для восстановления дают продукты, которые поступают в глаз через разветвленную сеть мельчайших кровеносных сосудов. С помощью палочек мы различаем только количественную разницу попадаемых в глаз световых потоков – светлоту.

Колбочки же являются цветоощущающими элементами, и с их помощью мы различаем цвета. По цветочувствительности все колбочки делятся на три группы. Одна группа наиболее чувствительна к излучению синей зоны спектра, вторая – зеленой и третья – красной. В соответствии с теорией трехцветного зрения отраженное от предметов излучение вызывает возбуждение трех типов этих колбочек в различных сочетаниях. Один тип возбуждается преимущественно от излучения красной зоны, и мы ощущаем красный цвет, второй – от зеленой и т. д. Если же на глаз одновременно действуют в одинаковых количествах излучения, например, красной и зеленой зоны, то ощущается желтый цвет, зеленой и синей – голубой цвет, синей и красной – пурпурный цвет. При изменении интенсивности излучения одной зоны по отношению к другой появляются соответствующие оттенки цветов. Человеческий глаз способен выделять в спектре от 100 до 200 различных оттенков (порогов) цвета. Одновременное возбуждение всех трех типов колбочек, в зависимости от интенсивности воздействующих излучений, создает ощущение белого или серого цвета. Черный цвет ощущается в том случае, когда все типы колбочек находятся в состоянии покоя. Таким образом, восприятие нами различных цветов есть результат воздействия на глаз в определенных соотношениях излучений трех зон спектра. На этих особенностях зрительного аппарата и основывается воспроизведение многоцветных изображений полиграфическими способами, а также в фотографии, кино и телевидении. Поэтому при решении большинства задач многокрасочного репродуцирования в соответствии с теорией трехцветного зрения видимый спектр условно разделяют на следующие три основные зоны: синюю (от 380 до 500 нм), зеленую (от 500 до 600 нм) и красную (от 600 до 770 нм).

Цвета, имеющие определенный цветовой тон, называются *хроматическими*, а бесцветные, у которых нет никакого цветового тона – *ахроматическими*. К последним относится белый цвет и все серые, включая черный. Хроматические цвета включают всю гамму спектральных и пурпуровых тонов. Каждому хроматическому цвету соответствует другой хроматический цвет, который при смешении с первым дает ахроматический: красному – голубой, желтому – синий, оранжевому – голубой и т. д. Такие два цвета называют *дополнительными* или взаимодополнительными цветами.

Оценка цвета материалов чаще всего ведется на глаз, но визуально установить степень различия в цвете точно невозможно, поэто-

му такой метод оценки весьма приблизителен и субъективен. Так как цвет является не величиной, а некоторым качеством, то количественные измерения параметров цвета имеют свои специфические особенности. Восприятие цвета, возникающее в нашем сознании, субъективно отражает объективные свойства материи – лучистую энергию, поступающую в глаз. Поэтому необходимо различать две категории понятий о свете и цвете: физическую и психологическую.

К физической характеристике света относят такие понятия, как: сила света ( $I$ ), световой поток ( $F$ ), яркость ( $B$ ), освещенность ( $E$ ), коэффициент отражения и другие.

**Сила света** – это отношение светового потока точечного источника света к величине телесного угла, в котором он распространяется, т. е.  $I = F / \omega$ . Единицей силы света является кандела (кд). Ее значение принимается таким, чтобы яркость полного излучателя при температуре затвердевания платины была бы равна 60 кд на  $1 \text{ см}^2$ .

**Световой поток** – поток световой энергии, оцененный по его воздействию на глаз человека. Единицей светового потока является люмен (лм). Он равен световому потоку, излучаемому изотропным источником с силой света в 1 кд в пределах телесного угла в одинстерадиан, т. е.  $1 \text{ лм} = 1 \text{ кд} \cdot 1 \text{ стер}$ .

**Яркость** – сила света, отнесенная к единице площади светящейся поверхности, расположенной перпендикулярно направлению света, т. е.  $B = I/S$ . Единицей яркости служит кандела на квадратный метр ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ).

**Освещенностью** некоторого участка плоскости называется световой поток, приходящийся на единицу площади. Единицей измерения освещенности является люкс (лк). Люкс – это освещенность, при которой световой поток в 1 лм равномерно распределен на поверхности в  $1 \text{ м}^2$ .

Международной системой измерения цвета предусмотрено каждый хроматический цвет характеризовать тремя колориметрическими величинами: цветовым тоном ( $\lambda$ ), чистотой ( $P$ ), яркостью ( $B$ ) или светлотой ( $L$ ).

**Яркость** определяется для характеристики цвета светящихся тел, **светлота** (или относительная яркость) – для характеристики цвета несветящихся тел. Светлота равна  $L = B_{\text{от}} / B_{\text{п}}$  или  $L = F_{\text{от}} / F_{\text{п}}$ , где  $B_{\text{от}}$  – яркость отраженного (или пропущенного) телом светового потока;  $B_{\text{п}}$  – яркость падающего на тело светового потока;  $F_{\text{от}}$  и  $F_{\text{п}}$  – отраженный и падающий световые потоки соответственно.

**Цветовой тон** хроматического цвета – это длина волны такого монохроматического излучения, смешение которого в определенной пропорции с белым обеспечивает получение цвета, тождественного в визуальном отношении данному. Значение цветового тона ( $\lambda$ ) позволяет судить о том, к какому из основных цветов относится данный цвет, не учитывая спектральный состав этого излучения. Если, например, цветовой тон равен 520 нм, то данный цвет является зеленым. Монохроматических излучений, имеющих пурпурный цвет в природе не существует. По этой причине цветовой тон пурпурных цветов выражается длиной волны дополнительных к ним зеленых и желто-зеленых цветов (493–567 нм) и записывается числовым значением их длины волны с дополнительным штрихом или буквой (д). Для монохроматического излучения цветовой тон характеризуется длиной волны испускаемого излучения.

**Доминирующая длина волны** – длина волны спектрального излучения, определяющая оттенок цвета образца поверхности; обозначается буквой  $\lambda$  и выражается в нанометрах (нм).

**Чистота цвета** – колориметрическая величина, показывающая степень выражения цветового тона в данном цвете. В составе цвета любого хроматического излучения всегда имеется доля ахроматического излучения. Чистота цвета ( $P$ , %) такого излучения равна отношению яркости монохроматического излучения ( $B\lambda$ ) к сумме яркостей содержащегося в нем монохроматического излучения ( $B\lambda$ ) и белого света ( $B_б$ ), т. е.  $P = B\lambda \cdot 100 / (B\lambda + B_б)$ . Ахроматической составляющей нет только в тонах солнечного спектра, которые относят к чистым цветам и их чистоту принимают за 100 %. Ахроматические цвета имеют чистоту, равную нулю.

К психологической категории понятий о цвете относятся все физические свойства цвета, которые преломляются субъективным восприятием человека: насыщенность, цветность, интенсивность цвета.

Под **насыщенностью цвета** понимается степень отличия хроматического цвета от равного ему по светлоте ахроматического. Чем больше отличие хроматического цвета от ахроматического, т. е. чем сильнее он отличается от него по чистоте, тем выше насыщенность цвета. Например, цвет апельсина насыщеннее цвета пляжного песка, имеющего такой же цветовой тон.

Цветовой тон и насыщенность определяют цвет качественно; их совокупность называется **цветностью**.

**Интенсивность цвета** зависит от насыщенности и светлоты. При равной насыщенности цветов более интенсивными всегда будут более светлые цвета, при равной светлоте более интенсивными будут цвета большей насыщенности.

Некоторые поверхности отражают свет в той пропорции, в которой они имеются в солнечном свете, т. е. отражают свет неизбирательно. Такие поверхности называются **ахроматическими** (белая, серая, черная) и отличаются друг от друга только светлотой, количеством отраженного света. Например, чистый снег отражает 85 % солнечного света, белая бумага – 75 %, а черная бумага – 1–2 %. Глаз человека способен различать около 300 порогов светлоты от белого до черного.

Другие поверхности отражают свет избирательно, т. е. часть спектральных компонентов видимых лучей отражается ими лучше, чем остальные. Такие поверхности называются **хроматическими или цветными**. Например, при дневном освещении нанесенный на идеально белую бумагу слой прозрачной краски будет теоретически желтым, если он поглощает полностью синие излучения и пропускает полностью красные и зеленые (они отразятся от поверхности бумаги и попадут в глаз). Пурпурная краска аналогично поглощает зеленые, а отражает или пропускает синие и красные излучения. Голубая – поглощает красные, а отражает или пропускает синие и зеленые излучения. Эти свойства поверхностей характеризуются коэффициентами отражения, пропускания и поглощения света (или цвета), выражаемыми в процентах.

Различают два метода образования (синтеза) цвета: субтрактивный и аддитивный.

**Субтрактивный** (от лат. *soustragere* – вычитать) метод образования цвета – метод, при котором образование цвета происходит вследствие избирательного поглощения части излучений из потока падающего на тело света. Он основан на «вычитании» из падающего белого света монохроматических излучений, которые поглощаются окрашенными слоями. Прошедшие через эти слои излучения изменяют свой спектральный состав, в результате чего образуется новый цвет. В субтрактивном синтезе основными (первичными) цветами являются желтый, пурпурный и голубой, используя которые можно получить большое количество разнообразных других цветов. Например, при последовательном прохождении белого света через желтую и голубую прозрачные пленки будет получаться зеленый цвет (рис. 7.1, а),

так как желтой пленкой будет поглощена синяя зона спектра и на голубую пленку попадут лучи зеленой и красной зоны; голубая пленка в свою очередь поглотит лучи красной зоны спектра и пропустит зеленые. При последовательном прохождении белого света через желтую и пурпурную пленки (рис. 7.1, б) будет получаться красный цвет, а при прохождении через пурпурную и голубую – синий (рис. 7.1, в). При прохождении белого света последовательно через желтую, голубую и пурпурную пленки (рис. 7.1, г) происходит поглощение лучей всех трех зон, и результирующий цвет будет черным. Введение в пленки красителей в меньших концентрациях, при которых свет не поглощается ими полностью в соответствующих зонах, обеспечит при попарном применении пленок получение оранжевых, желто-зеленых, зелено-голубых и прочих цветов. Следует также иметь в виду, что цвета прозрачных красок будут зависеть не только от их состава, но также и от оттенка материала, на который они нанесены.

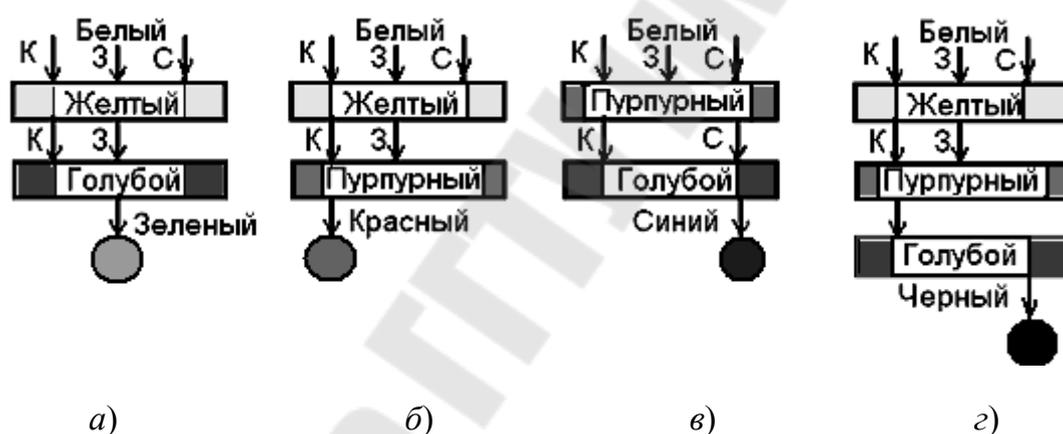


Рис. 7.1. Схемы образования цвета субтрактивным методом

Непрозрачные (мутные) краски, в отличие от прозрачных красок, не пропускают, а отражают излучения. В связи с тем, что печатные краски наносятся при печатании обычно на белую бумагу, то часто для них (независимо от прозрачности) термин пропускания заменяется – отражением. В частности, при наложении на белой бумаге пурпурной краски на желтую мы аналогичным образом будем получать красный цвет, так как из падающего белого света пурпурная краска поглотит («вычтет») зеленые, а желтая – синие излучения и от поверхности листа отразятся и попадут в глаз только красные излучения. Нанося голубую краску на желтую, мы получим зеленый цвет, а при наложении голубой краски на пурпурную – синий цвет. На трехкрасочном участке, состоящем из желтой, пурпурной и голубой

красок, из падающего белого света последовательно «вычитаются» этими красками красные, зеленые и синие излучения, благодаря чему получается цвет, близкий к черному (теоретически черный). Степень поглощения красками тех или иных излучений белого света зависит не только от цвета и прозрачности краски, но и от толщины ее слоя. С увеличением толщины поглощение излучений возрастает. Таким образом, накладывая друг на друга слои различной толщины двух или трех красок основных цветов, мы можем получить самые различные цвета: зеленые, оранжевые, красные, фиолетовые, коричневые и т. д. На принципах субтрактивного синтеза основано получение многоцветных изображений в цветном кино и фотографии, а также в живописи. Образование цветов на полиграфических оттисках в участках непосредственного наложения друг на друга двух или более цветных красок осуществляется также по правилам субтрактивного синтеза. Для обеспечения такого синтеза эти краски должны быть максимально прозрачными.

**Аддитивным** (от лат. addition – сложение) методом образования цвета называется метод, при котором образование различных цветов происходит в результате оптического смешения (суммирования) двух или нескольких световых потоков. Основными (первичными) цветами этого синтеза являются красный, зеленый и синий, т. е. зональные цвета спектра. Из них можно получать любые другие цвета.

По принципу смешения цветов различают три варианта аддитивного синтеза:

1. Сложение излучений вне глаза, например необходимый цвет на белом экране, можно получить, проецируя на его одно и то же место двух или трех излучений зональных цветов. Например, синее и зеленое излучения на экране образуют голубой цвет, красное и синее – пурпурный и т. д.

2. Пространственное смешение, основанное на ограниченной разрешающей способности глаза. Он не различает отдельно очень мелкие разноцветные элементы, а воспринимает их слитно – цвет аддитивной смеси, полученной оптическим смешением излучений.

3. Последовательное смешение – образование различных цветов при быстрой смене излучений вне глаза благодаря инерционности зрения.

Результирующий цвет, образуемый при оптическом смешении цветов, удобно приближенно определять с помощью **цветового круга**, представляющего собой окружность с нанесенными на нее точками,

соответствующими следующим основным цветам: красному (К), оранжевому (О), желтому (Ж), зеленому (З), голубому (Г), синему (С), фиолетовому (Ф) и пурпурному (П) (рис. 7.2). Центр этого круга (О) соответствует белому цвету. Цветовой круг применим как для случаев смешения монохроматических излучений, так и смешения излучений со сложным спектральным составом.

Для определения результирующего цвета при смешении двух спектральных цветов необходимо соединить прямой линией точки, соответствующие этим цветам и разделить прямую на две части, пропорциональные яркостям смешиваемых цветов. Полученная на прямой точка будет характеризовать результирующий цвет. Для определения его цветности из центра круга через данную точку проводится прямая до пересечения с окружностью. По положению точки внутри круга качественно оценивается чистота цвета. Допустим, что смешиваются красный и зеленый цвета (рис. 7.2, а), обозначенные точками 1 и 2. При равных яркостях этих цветов точка 3, характеризующая результирующий цвет, будет лежать на середине прямой 1–2. Проведя из центра круга прямую через точку 3, найдем, что результирующий цвет будет желто-оранжевым. Желто-оранжевый цвет может быть получен и из другой пары цветов, а именно из оранжево-красного (точка 4) и желто-зеленого (точка 5), взятых в равных соотношениях.

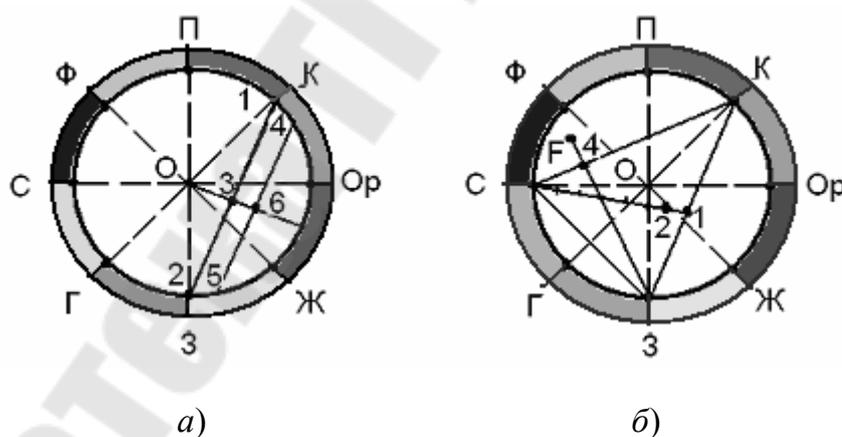


Рис. 7.2. Схемы определения результирующего цвета с помощью цветового круга

Результирующий цвет в этом случае будет характеризоваться точкой 6. В обоих случаях по цветовому тону получается один и тот же цвет, но различной чистоты, так как чем дальше точка результирующего цвета отстоит от центра круга, тем большую чистоту имеет этот цвет. Сравнивая между собой расположение точек 3 и 6 можно

сделать вывод, что цвет, полученный от смешения красного и зелено-го цветов, имеет меньшую чистоту, чем цвет смеси оранжево-красного и желто-зеленого, так как точка 3 находится ближе к центру, чем точка 6. По цветовому кругу видно, что, взяв красный и зеленый цвета в различных соотношениях, можно получить из них красно-оранжевые, оранжевые, желтые и желто-зеленые цвета, т. е. все цвета, расположенные на окружности между красным и зеленым. Если смешивать зеленый с синим, будут получаться голубые цвета, а при смешении синего с красным образуются фиолетовые и пурпурные цвета. Однако не всегда при смешении двух цветов будут получаться хроматические цвета. Оптическое смешение определенных пар цветов, называемых дополнительными, приводит к получению ахроматических цветов. Так, при смешении красного и голубого при соотношении их яркостей 1:1 точка результирующего цвета оказывается в центре круга, из чего следует, что получающийся цвет будет ахроматическим. Ахроматические цвета получаются и при смешении в определенных соотношениях многих других пар цветов, например, оранжевого и синего, желтого и фиолетового. Если необходимые соотношения яркостей не соблюдаются, при смешении дополнительных цветов получается хроматический цвет, являющийся смесью ахроматического и того хроматического, который взят в избытке. Следует подчеркнуть, что приведенная зависимость распространяется как на монохроматические, так и на сложные излучения. Цветовой круг является простейшей графической формой, иллюстрирующей закономерности оптического смешения цветов, поэтому пары дополнительных цветов принимаются по нему как приближенные. Например, для цветов от синего до желто-зеленого, длин волн дополнительных цветов нет. Так получается потому, что дополнительными к этим цветам являются пурпурные, не имеющие соответствующих монохроматических в спектре видимых излучений.

Из рассмотренного материала вытекают следующие основные положения, характерные для оптического смешения цветов:

1. Каждому хроматическому цвету соответствует другой хроматический, который при смешении с ним в определенной пропорции дает ахроматический цвет. Такие два цвета называются дополнительными.
2. При смешении дополнительных цветов не в той пропорции, которая необходима для получения ахроматического цвета, получает-

ся хроматический цвет того же цветового тона, что и цвет, взятый в избыточном количестве.

3. При смешении недополнительных цветов получаются цвета, промежуточные по цветовому тону между смешиваемыми. При этом чем ближе смешиваемые цвета друг к другу по цветовому тону, тем выше чистота образующегося цвета.

В результате изучения оптического смешения цветов немецким математиком Гроссманом в середине XIX века были сформулированы следующие три закона.

**Первый закон.** Любые четыре цвета находятся в линейной зависимости, хотя существует неограниченное число линейно независимых совокупностей из трех цветов. Иначе говоря, каждый цвет может быть выражен через три линейно независимых цвета, а количество триад линейно независимых цветов бесконечно велико.

**Линейно независимыми** называются такие три цвета, каждый из которых не может быть получен смешением двух других. К числу таких цветов относятся красный, зеленый и синий или желтый, голубой и пурпурный. Существует бесконечное множество и других триад линейно независимых цветов. Чтобы лучше уяснить смысл этого закона, рассмотрим оптическое смешение трех цветов: красного, зеленого и синего. Определим результирующий цвет при смешении этих цветов в соотношении  $K : Z : C = 3 : 3 : 1$ . От смешения равных количеств красного и зеленого будет получаться цвет, лежащий на середине прямой  $KZ$  (рис. 7.2, б) в точке 1. Если к полученному цвету добавить теперь синий, то для нахождения точки результирующего цвета надо соединить точку  $C$  с точкой 1 и полученную прямую разделить на 7 частей. Точка 2, лежащая на этой прямой внутри треугольника  $KZC$ , и будет соответствовать результирующему цвету. При смешении данных цветов в других соотношениях результирующий цвет также всегда будет представлен точкой, находящейся внутри треугольника. Следовательно, от смешения цветов  $K, Z, C$  в любых соотношениях будут получаться цвета, местоположение которых на цветовом круге определяется площадью треугольника  $KZC$ . А при каких же условиях может быть получен, например, цвет, соответствующий точке  $F$ ? При смешении цветов красного и синего можно получить такой же по цветовому тону цвет, но чистота его будет ниже, чем у цвета  $F$ . Если же к цвету  $F$  добавить некоторое количество зеленого цвета, то можно получить цвет, которому соответствует точка 4. Этот новый цвет будет иметь меньшую чистоту; такой цвет может быть получен в результате

смешения определенных количеств  $K$  и  $C$ . Для данного случая можно записать следующее цветовое уравнение:

$$F + zZ = kK + cC \text{ или } F = -zZ + kK + cC,$$

где  $k$  и  $c$  – количества цветов  $K$  и  $C$ , в результате оптического смешения которых получается такой цвет, который образуется при добавлении к цвету  $F$  зеленого цвета  $Z$  в количестве, равном  $z$ .

Таким образом, хотя цвет  $F$  невозможно получить в результате смешения цветов  $K$ ,  $Z$ ,  $C$ , он, однако, может быть выражен определенными количествами этих цветов, причем количества цветов  $K$  и  $C$  будут положительными, а количество цвета  $Z$  – отрицательной величиной. Аналогично цвету  $F$  и все остальные цвета, лежащие вне треугольника  $KZC$ , могут быть выражены определенными количествами линейно независимых цветов  $K$ ,  $Z$ ,  $C$ , причем цвета, лежащие вне треугольника, за стороной  $KZ$ , будут иметь отрицательные значения коэффициента  $c$ , расположенные за стороной  $KC$  – отрицательные значения  $z$ , находящиеся за стороной  $ZC$  – отрицательные значения  $k$ .

**Второй закон.** Непрерывному изменению излучения соответствует также непрерывное изменение цвета.

Этот закон устраняет возможность существования какого-то отдельного цвета, не примыкающего непосредственно к цветам смешиваемых излучений. Так, в случае смешения излучений красного и зеленого цвета при постепенном изменении соотношения их мощностей будет наблюдаться непрерывное изменение цвета.

**Третий закон.** Цвет смеси зависит только от цвета смешиваемых компонентов и не зависит от их спектральных составов. Из этого закона следует, что если каждый из двух визуально одинаковых цветов смешивается с третьим, то независимо от того, каков спектральный состав этих двух цветов, результирующий цвет в обоих случаях будет одинаковым.

Законы оптического смешения цветов являются основой колориметрии. Благодаря установлению первого закона стало возможным создание системы, позволяющей выразить все цвета через количества трех линейно независимых цветов. Второй закон служит основой для проведения математических расчетов по определению результирующего цвета при сложении нескольких цветов.

Все видимые цвета в природе и деятельности человека в настоящее время принято располагать на стандартном **цветовом графике** (рис. 7.3), принятом международной комиссией по освещению

(МКО). Данный график построен таким образом, что точки, расположенные на наружной кривой (локусе), обозначают чистые спектральные цвета, а числа на ней – цветовой тон  $\lambda$  – доминирующие длины волн. На прямой, соединяющей концы локуса, располагаются точки пурпурных цветов. Как уже отмечалось, монохроматических излучений, имеющих пурпурный цвет, в природе не существует. Эти цвета не являются спектральными, а их создают в результате смешения в разных пропорциях красного ( $\lambda = 700$  нм) и фиолетового ( $\lambda = 400$  нм) цветов.

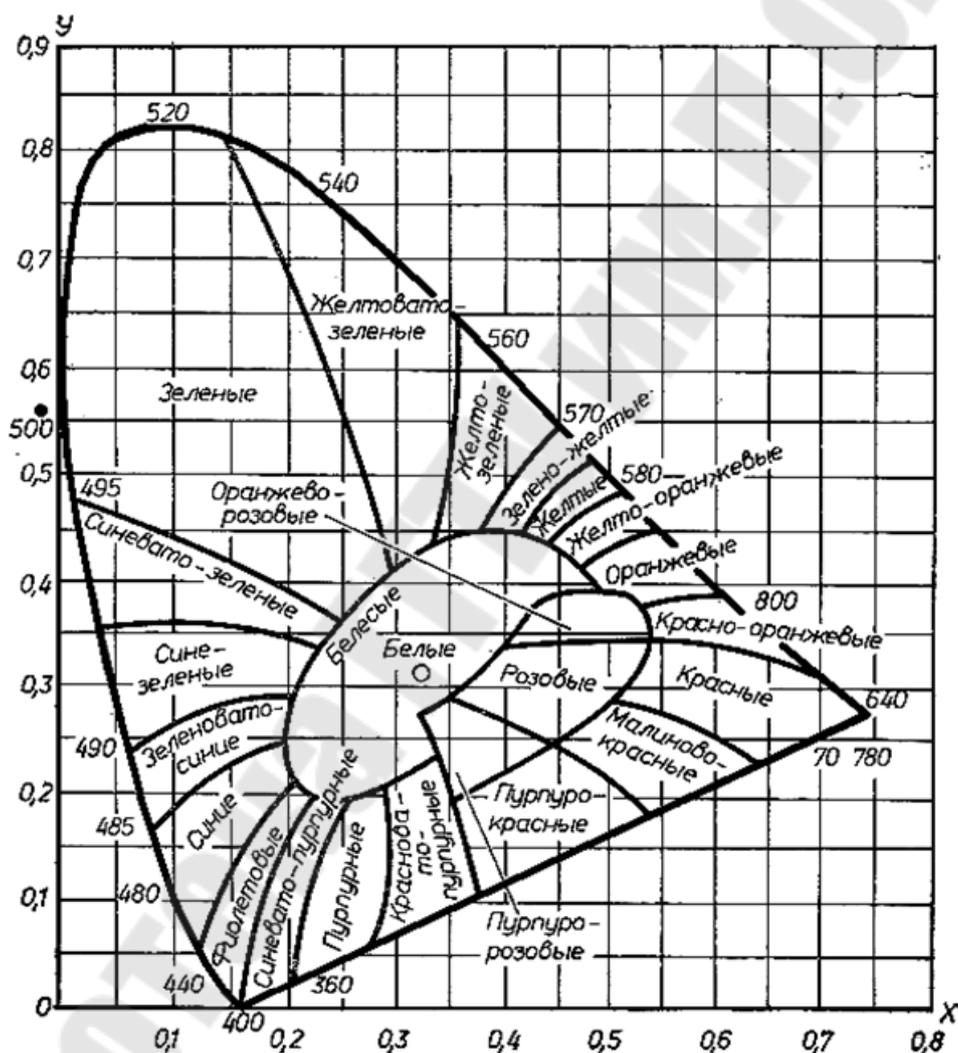


Рис. 7.3. Стандартный цветовой график МКО

По этой причине цветовой тон пурпурных цветов выражается длиной волны дополнительных к ним цветов и записывается числовым значением их длины волны с дополнительным штрихом или буквой (д), например,  $\lambda = 500^1$  нм = 500(д) нм. В центре графика помещен ахроматический цвет (цвет с нулевой чистотой). На линиях, со-

единяющих эту точку с локусом, расположены цвета одинакового тона, но разной чистоты (от 0 до 100 %). Внутренние кривые графика образованы точками равной чистоты, но разного цветового тона. Каждой точке этого графика соответствует определенная цветность и определенная чистота цвета. Выбрав, например, из справочной литературы соответствующие характеристики (координаты) цветности, можно легко найти место этого цвета на графике и наоборот.

Строился данный цветовой график следующим образом. Три основных линейно независимых цвета: красный  $R$  ( $\lambda = 700$  нм), зеленый  $G$  ( $\lambda = 546,1$  нм) и синий  $B$  ( $\lambda = 435,8$  нм), лежащих в основе колористической системы МКО, заменили тремя реально не воспринимаемыми цветами, обозначаемыми соответственно через  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ . Эти цвета лежат вне поля реальных цветов и располагаются так, что образованный ими прямоугольный треугольник охватывает все поле реальных цветов. В прямоугольной вершине треугольника (рис. 7.4) поместили основной цвет  $Z$ , а цвета  $X$  и  $Y$  расположили в двух других вершинах треугольника, равные катеты которого приняты за единицы.

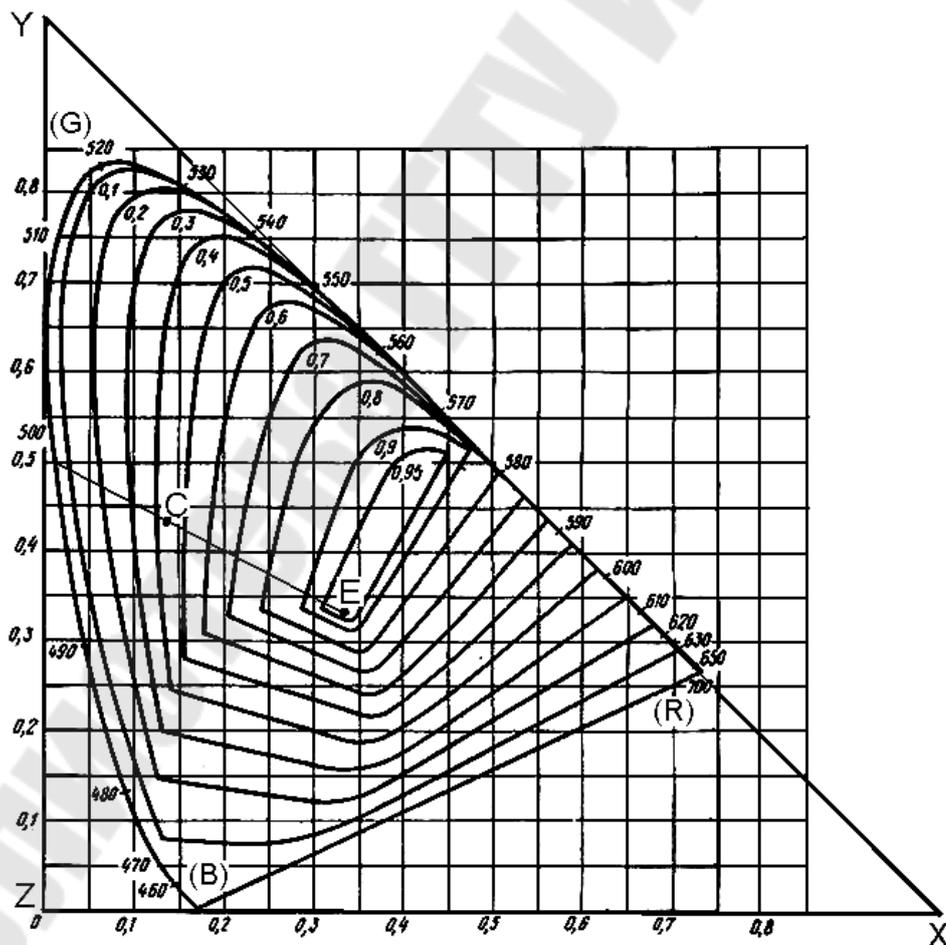


Рис. 7.4. Схема построения стандартного цветового графика МКО

Затем на плоскость треугольника  $XYZ$  в соответствующих значениях координат цветности, откладываемых по осям графика, наносятся точки, соответствующие монохроматическим излучениям от 380 до 780 нм. В результате соединения этих точек получается кривая линия (локус) спектральных цветов, лежащая внутри треугольника, а точка равноинтенсивного излучения  $E$  располагается в центре тяжести этого треугольника и имеет координаты  $x = y = z = 1/3$ . Все реальные цвета располагаются при этом на площади, ограниченной линией спектральных цветов и прямой, соединяющей концы этой линии, а на площади внутри треугольника  $REB$  располагаются пурпурные цвета. Затем между линией спектральных цветов (локусом) и точкой стандартного источника света  $E$  располагается ряд замкнутых линий, каждой из которых соответствует определенное значение чистоты цвета. Эти линии называются **линиями постоянной чистоты**.

Для определения по заданным координатам цветности цветового тона и чистоты интересующего цвета на осях графика откладывают значения его координат цветности и находят месторасположение этого цвета на графике. Затем из точки белого цвета  $E$  через полученную точку (например, точку  $C$ ) проводят прямую до пересечения с линией спектральных цветов. В точке пересечения по цифровым значениям, нанесенным на линии спектральных цветов, находят длину волны, определяющую цветовой тон. Чистоту данного цвета определяют по положению точки относительно линий постоянной чистоты, показывающих значение чистоты цвета.

С помощью такого графика можно также задавать соответствующие характеристики, обеспечивающие гармоничные сочетания цвета в создаваемых художественных изображениях, а также на поверхностях проектируемых изделий.

## 8. ОСОБЕННОСТИ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ МНОГОЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНЫХ ОРИГИНАЛОВ

На многокрасочных оттисках растровые элементы отдельных красок располагаются по отношению друг к другу по-разному. В самых светлых участках оттисков они во многих случаях находятся рядом друг с другом и, при их восприятии, цвет образуется в результате аддитивного пространственного синтеза. Однако на большей части изображения растровые элементы отдельных красок частично или почти полностью перекрывают друг друга. Эти участки, например, трех красок – желтой, пурпурной и голубой образуют по субтрактивному синтезу еще дополнительные цвета: красный, зеленый и синий. Получение заданных цветов и оттенков репродукции обуславливается не только цветом красок, но и относительной площадью растровых элементов для каждой краски.

Любой многоцветный оригинал, исходя из рассмотренного синтеза цветов, теоретически можно воспроизвести полиграфическим способом тремя идеальными основными красками: желтой, пурпурной и голубой. Для этого с оригинала необходимо изготовить три печатные формы, из которых первая форма должна воспроизводить участки оригинала, содержащие желтый цвет (чистый желтый, красный, зеленый, черный), вторая форма – соответственно пурпурный цвет (чисто пурпурный, красный, синий, черный), третья форма – голубой цвет (чисто голубой, зеленый, синий, черный). Такие формы, воспроизводящие не весь оригинал, а определенные его цвета, называются *цветоделенными печатными формами*. А краска, которой будет производиться печатание с данной формы, называется *выделяемой краской*. Если на каждую из этих трех форм нанести краску соответствующего цвета и произвести последовательное печатание с них на один и тот же лист бумаги, точно совмещая изображения, то в результате субтрактивного синтеза цветов получим многоцветное изображение, являющееся репродукцией оригинала. Такие цветоделенные формы могут быть изготовлены форматной записью изображения с использованием фоторепродукционной техники или поэлементной записью на электронных цветоделительных машинах (ЭЦМ).

Для изготовления цветоделенных негативов форматной записью многоцветный оригинал последовательно фотографируют на отдельные листы фотоплетки через светофильтры синего, зеленого и крас-

ного цветов, обычно представляющие собой окрашенные прозрачные пленки, вставляемые в объектив репродукционного фотоаппарата. Для выделения желтой краски оригинала (рис. 8.1, а) применяют синий светофильтр (рис. 8.1, б). Он задерживает зеленые и красные излучения, отраженные от желтых, красных и зеленых участков оригинала, но в то же время пропускает синие излучения, отраженные от пурпурных, голубых, синих и белых участков. Прошедшие через светофильтр синие излучения вызовут в фотослое пленки фотохимическую реакцию и на негативе после проявления получают непрозрачные участки, соответствующие пурпурному, голубому, синему и белому, а прозрачные – желтому, красному, зеленому и черному цветам оригинала (рис. 8.1, в). Пурпурную краску выделяют, фотографируя оригинал через зеленый светофильтр (рис. 8.1, е), пропускающий только зеленые излучения, отраженные от желтого, голубого, зеленого и белого участков и изготавливают второй соответствующий негатив (рис. 8.1, ж). Для выделения голубой краски применяют красный светофильтр (рис. 8.1, к), пропускающий только красные излучения, отраженные от желтого, пурпурного, красного и белого участков и изготавливают соответствующий третий негатив (рис. 8.1, л). Таким образом, цвет светофильтра должен быть дополнительным по отношению к цвету выделяемой краски.

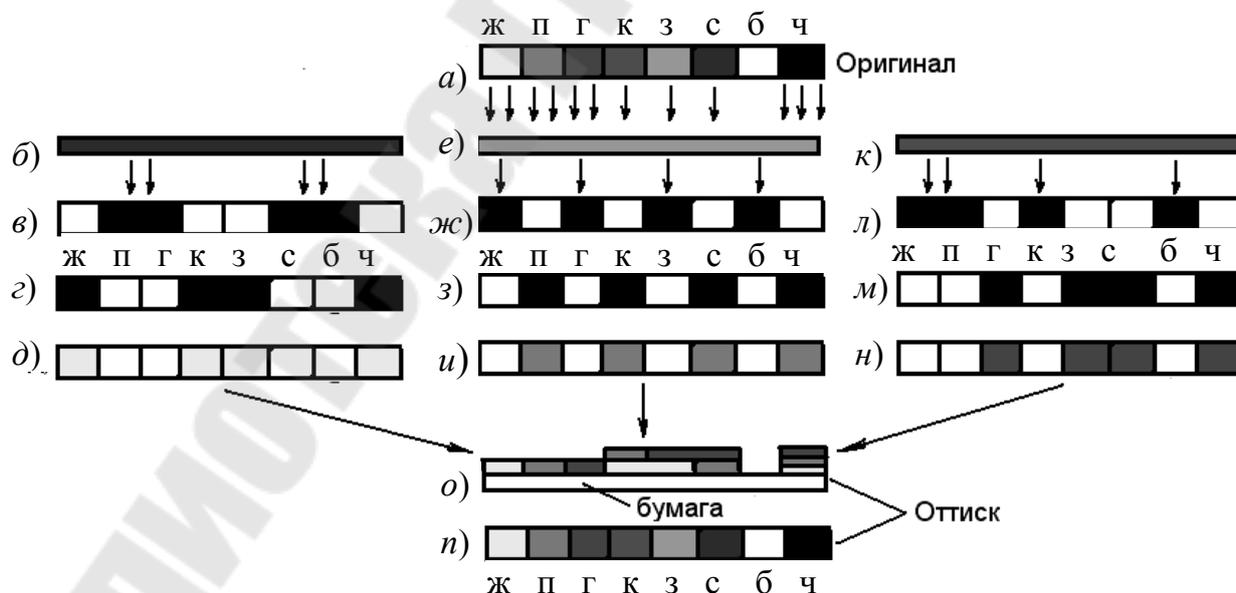


Рис. 8.1. Схема полиграфического воспроизведения многоцветного оригинала тремя печатными красками

Далее с полученных цветоделенных негативов (фотоформ) (рис. 8.1, в, г, д), изображение проецируется на формный материал и производится изготовление трех цветоделенных печатных форм (рис. 8.1, е, и, н), каждая из которых при печатании тиража передает на запечатываемый материал участки только одной соответствующей ей краски. Таким образом, в процессе печатания многокрасочных оттисков (рис. 8.1, о) осуществляется совмещение на бумаге красочных одноцветных изображений в одно соответствующее оригиналу (рис. 8.1, п) многоцветное (цветовой синтез), которое обычно называется **многокрасочным** (или по числу красок, например, трехкрасочным). Получить оттиск, полностью соответствующий многоцветному оригиналу, можно только применяя идеальные краски. Такие краски должны быть очень прозрачны, полностью отражать излучения двух зон спектра и полностью поглощать излучения третьей зоны. Реальные же краски не совсем прозрачны и рассеивают свет. Кроме этого они не обеспечивают полного отражения и поглощения ни в одной из зон спектра.

В связи с этим реальные печатные краски, предназначенные для воспроизведения многоцветных оригиналов, выпускают в виде **триад** – комплектов трех красок специально подобранных основных цветов: желтого, пурпурного и голубого. Совокупность цветов и оттенков, которые могут быть получены в конкретном печатном процессе данной триадой красок, называется **цветовым охватом**. Он определяется по отпечатанным шкалам цветового охвата, содержащим обычно цветовые поля каждой отдельной краски, их двойные и тройные наложения в различных сочетаниях. По этим шкалам легко определить, можно ли данной триадой отпечатать репродукцию конкретного оригинала. Поскольку цветовой охват любой триады ограничен, то на практике во многих случаях некоторые цвета оригинала выходят за пределы их цветового охвата и воспроизводятся на репродукции приближенно. Обычно тремя реальными красками невозможно получить на оттисках высокой и плоской офсетной печати черные и нейтрально-серые цвета, имеющиеся на многих оригиналах. Эти цвета получаются недостаточно насыщенными, и репродукция выглядит осветленной по сравнению с оригиналом. Для устранения этого недостатка на трехкрасочное изображение печатают четвертое частичное изображение – черное. Оно увеличивает контраст репродукции: ее темные участки становятся чернее, а светлые – кажутся еще более светлыми. Черная краска улучшает воспроизведение деталей в тенях ре-

продукции. Таким образом, большинство многоцветных тоновых оригиналов воспроизводят в четыре краски: желтая, пурпурная, голубая и черная. Степень точности воспроизведения зависит не только от выбранной триады печатных красок, но и многих других факторов. Следует иметь в виду, что чем ближе к оригиналу точность цветового воспроизведения, тем дороже становится репродукция. Так, например, для получения качественных печатных форм необходимо устранять возникающие цветоделительные искажения как на изготовленных цветоделительных негативах и диапозитивах, так и в процессе их изготовления. При этом цветокорректирование может производиться вручную, а также фотографическим и электронным способами.

**Ручное цветокорректирование** заключается в частичном изменении оптических плотностей цветоделенных негативов и диапозитивов средствами механической или химической ретуши.

**Фотографическое цветокорректирование** – устранение цветоделительных искажений с помощью фотографических черно-белых или цветных маскирующих изображений, так называемых масок (цветокорректирующим маскированием). Например, черно-белая маска представляет собой фотографическое черно-белое изображение, содержащее недостающие на исправляемом негативе оптические плотности. Она накладывается на исправляемый цветоделенный негатив (складывается с ним), в результате чего совмещенное изображение получается откорректированным по цвету.

**Электронное цветокорректирование** осуществляется одновременно с цветоделением на электронных цветоделительных машинах (ЭЦМ) в автоматическом режиме. Основная проблема допечатных цифровых технологий заключается в некотором несоответствии цветов и оттенков, получаемых на экране монитора и печатном оттиске. Сущность этой проблемы не только в природе пигментов цвета и условиях восприятия; она глубже (фундаментальнее) и заключается в различных методах синтеза цвета на мониторе и оттиске. На мониторе синтез цвета аддитивный, а на оттиске – субтрактивный в глубокой печати и автотипный (смешанный аддитивно-субтрактивный) в высокой, плоской и трафаретной печати. И эта проблема может быть принципиально решена только при создании мониторов (экранов), работающих в отраженном свете с автотипным или субтрактивным синтезом цвета, как на оттиске. Решение проблемы заключается в создании принципиально новых мониторов, синтезирующих цвет в отраженном свете.

Для изготовления печатных форм применяются следующие цветоделенные фотоформы:

- штриховые и растровые негативы в высокой печати;
- штриховые и растровые преимущественно диапозитивы в плоской офсетной печати;
- штриховые и тоновые диапозитивы для форм глубокой печати, изготавливаемых пигментным способом и электронно-механическим гравированием;
- растрованные негативы и диапозитивы для печатных форм глубокой автотипии.

Современные электронные цветоделительные машины (ЭЦМ) представляют собой устройства, автоматизирующие с помощью оптики, электроники, электронно-вычислительной и лазерной техники наиболее сложные стадии многокрасочного репродуцирования: цветоделение, цветовую и градационную коррекцию, растрование (а в некоторых моделях – и монтаж изображений). Принцип работы ЭЦМ во многом схож с работой черно-белых цилиндрических сканеров. Технологическая схема изготовления фотоформ на ЭЦМ включает в общем виде следующие операции:

- анализ или оценку цветового содержания оригинала (оригиналов), сопровождаемых издательской спецификацией (с указанием параметров воспроизведения);
- крепление оригинала (оригиналов) на анализирующем цилиндре ЭЦМ;
- настройку машины для записи фотоформ в заданном режиме;
- крепление фотопленки на записывающем цилиндре;
- запись фотоформы (фотоформ);
- химико-фотографическую обработку экспонированной фотопленки.

Печатные формы для многокрасочной печати изготавливаются в основном по тем же технологическим схемам и на том же оборудовании, что и формы для однокрасочной печати. При этом используется:

- форматная запись изображения на формный материал – копирование с фотоформ (микроцинковые и фотополимерные формы высокой печати, моно- и биметаллические формы плоской офсетной печати, формы глубокой печати);
- поэлементная запись изображения на формном материале (электронно-механическое гравирование форм высокой и глубокой

печати, лазерное гравирование форм глубокой печати, лазерное изготовление форм плоской офсетной печати).

Точность воспроизведения изображений печатными формами зависит не только от качества цветоделения, цветокорректирования и монтажа фотоформ, но и от соблюдения необходимых технологических режимов копирования фотоформ на формный материал или пигментную бумагу, а также от последующих операций. На различных стадиях формного процесса могут произойти изменения линейных размеров изображений, что приведет к несовмещению красок в процессе печатания тиража. Причиной тому могут быть, например, деформации фотоформы и монтажных основ, цинковых копий высокой печати при их термической обработке, пигментных копий глубокой печати при их переводе на формные цилиндры. При нарушении технологических режимов копирования, проявления и травления изменятся площади растровых элементов на формах высокой и плоской офсетной печати или их глубины на формах глубокой печати. Эти изменения растровых элементов нарушают заданную цветовую и градационную точность воспроизведения изображений печатными формами.

Таким образом, основной отличительной особенностью процессов изготовления печатных форм для многокрасочной печати являются повышенные требования к технологическим режимам, которые должны обеспечить одинаковость линейных размеров печатных форм для всех красок данной репродукции, а также заданную графическую и цветовую точность многокрасочного изображения.

Многие показатели качества фотоформ (оптическая плотность, размеры растровых элементов и другие) оцениваются с помощью специальных приборов по контрольным шкалам и меткам, имеющимся на фотоформах. Однако точность цветовоспроизведения легче и нагляднее контролировать на многоцветных контрольных изображениях, которые могут быть получены различными способами: пробной печатью с печатных форм, а также фотографическими (или электрофотографическими) и электронными способами.

Комплект контрольных пробных оттисков обычно включает многокрасочный совмещенный оттиск, однокрасочные оттиски каждой краски, а также оттиски, полученные черной краской с каждой цветоделенной печатной формы. Сравнивая пробные оттиски с оригиналом, судят о качестве тоно- и цветовоспроизведения. При необходимости производят корректирование фотоформ. После утверждения пробных оттисков изготавливают тиражные печатные формы.

Комплект пробных оттисков выполняет следующие функции:

- служит контрольным экземпляром в работе фоторепродукционных отделений полиграфических предприятий;
- является образцом для издательства, подтверждающим соответствие репродукции оригиналу, и основанием для утверждения (подписи) оттисков к печатанию тиража;
- служит оригиналом (эталоном) для сопоставления оттисков при печатании тиража.

Пробная печать удлиняет сроки прохождения изданий в производстве и повышает их стоимость. Но равноценной замены этому способу пока нет. Он универсален и дает наиболее полное представление о качестве оттисков будущего тиража. Другие способы контроля обычно дополняют и только в некоторых случаях исключают пробную печать.

## 9. ПЕЧАТНЫЕ МАШИНЫ И АГРЕГАТЫ

*Печатание* является составной частью полиграфического производства и представляет собой процесс многократного получения одинаковых оттисков текста и изображений посредством переноса красочного слоя с печатной формы на бумагу или иной запечатываемый материал. Общей задачей процесса печатания является воспроизведение с необходимой точностью информации, находящейся на печатной форме. Основными признаками печатного процесса являются: перенос краски с печатной формы на запечатываемый материал (воспринимающую поверхность) и ее закрепление на нем; многократность получения оттисков (тираж) и их идентичность.

Важнейшими факторами печатного процесса, определяющего его технологические, экономические и качественные показатели получаемых оттисков, являются: давление печатания, закрепление краски на оттиске, точность воспроизведения изображения, тиражестойкость печатных форм, скорость, расход полиграфических материалов и электроэнергии.

Давление в процессе печатания обеспечивает необходимый контакт между краской, находящейся на форме, и поверхностью бумаги, а в офсетной печати – между формой и резинотканевой пластиной, а также резинотканевой пластиной и бумагой. Этот контакт является одним из важнейших условий для перехода краски с формы на бума-

гу. Полное давление, действующее по всей поверхности печатного контакта, называется **суммарным усилием печатания**, а усилие, отнесенное к единице этой площади, – **технологически необходимым давлением**. Последнее во многом определяет коэффициент переноса краски с печатной формы на воспринимающую поверхность.

Закрепление краски на оттиске, т. е. образование прочной несмазывающейся пленки на относительно пористой бумаге, – сложный физико-химический процесс, который протекает не мгновенно, а в течение определенного времени обычно путем испарения летучего растворителя с частичным впитыванием краски в верхние участки бумаги. От скорости закрепления красок на оттиске зависит производительность печатных машин и в определенной степени качество печатной продукции. Применение высокоскоростных машин привело к созданию быстрозакрепляющихся на оттисках красок под воздействием ультрафиолетового излучения (УФ-сушки) (в 2–3 с) и электронных лучей (Э-сушки) (в 0,2 с).

Качество печатного изображения можно оценить точностью воспроизведения, под которой понимаются:

– **графическая точность** – т. е. соответствие геометрических размеров и площади элементов изображения, а также расположения этих элементов на оттиске и оригинале с учетом масштаба воспроизведения;

– **градационная точность**, характеризующая соответствие градации (шкалы яркостей) отдельных элементов и всего изображения на оттиске и оригинале;

– **точность цветопередачи** – это соответствие цвета отдельных элементов и всего многокрасочного изображения на оттиске и оригинале.

Тиражестойкость печатных форм зависит от способа их изготовления и свойств формного материала, а также от режимов печатного процесса и свойств, применяемых при этом материалов. Тиражестойкость повышают, применяя более износостойкие печатные формы; устанавливая оптимальный режим печатания, при котором форма испытывает наименьшие механические воздействия, а формы плоской офсетной печати, кроме того, – наименьшее вредное воздействие физико-химических факторов, связанных с увлажняющим раствором и печатной краской.

## 9.1. Общие сведения о печатных машинах и агрегатах

Несмотря на большое разнообразие конструктивных исполнений, все печатные машины выполняют обычно следующие основные операции:

- нанесение краски на печатную форму;
- подачу запечатываемого материала в зону печатания и выравнивание его относительно печатной формы;
- создание контакта – давления между печатной формой и запечатываемым материалом;
- отделение оттиска от формы или резинотканевой пластины и вывод его из зоны печатания для наложения последующих красок или непосредственно в приемное устройство;
- приемка готовых оттисков – укладывание листов в стопу или сматывание бумажного полотна в рулон.

Кроме того, печатные машины и агрегаты в зависимости от своей конструкции и вида печатной продукции выполняют дополнительные операции. Например, в плоской офсетной печати – увлажнение пробельных элементов формы перед нанесением на нее краски; в глубокой печати – удаление избытка краски с печатной формы; в рулонных печатных машинах – поперечную (и в некоторых продольную) резку отпечатанной бумажной ленты на отдельные листы, их вывод или фальцовку в тетради, скрепление тетрадей, сматывание отпечатанной ленты в рулон и т. д.

Все печатные машины построены в принципе по одинаковой структурной схеме, приведенной на рис. 9.1, где сплошными линиями показаны технологические узлы, имеющиеся почти во всех печатных машинах, а штриховыми – только в отдельных группах печатных машин. Таким образом, печатные машины обычно включают в себя бумагопитающее устройство, бумагопроводящую систему, приемно-выводное устройство, печатные секции, сушильное устройство, а также электромеханический привод и органы управления. Некоторые машины дополняются фальцевальными аппаратами, швейными, резательными, упаковочными и другими специальными устройствами, превращающими их в печатно-брошюровочные автоматизированные линии.

**Бумагопитающие устройства** печатных машин подразделяются на два вида: самонаклады и рулонные устройства.

Самонаклады предназначены для поштучной подачи бумажных листов из стопы в печатное устройство машины. В современных печатных машинах применяют обычно пневматические самонаклады, в которых верхние листы отделяются от стопы бумаги вакуумными присосками и струями сжатого воздуха.



Рис. 9.1. Структурная схема печатной машины

Рулонные устройства обеспечивают в процессе печатания размотку рулона и равномерную подачу с него бумажной ленты в печатное устройство. Они имеют соответствующие механизмы для установки рулонов и регулировки их положения в осевом направлении, поддержания постоянного натяжения бумажной ленты, очистки ее от пыли и т. д. В скоростных печатных машинах эти операции обычно выполняются автоматически, в том числе и смена рулонов на ходу машины.

**Печатное устройство** машин для прямой (контактной) печати состоит из основания, на котором размещается печатная форма, и опоры для запечатываемого материала и создания контакта его с печатной формой. В зависимости от геометрической формы основания и опоры печатные устройства бывают трех видов: тигельные, плоскопечатные и ротационные.

В тигельных печатных устройствах (от нем. *tiegel* – плита, подушка) печатную форму 1 (рис. 9.2, а) закрепляют на плоском основании 2, называемом талером. Бумагу 4 прижимают к форме качающейся опорой 3, называемой тигелем. Плоская поверхность тигеля покрывается упругоэластичной крышкой – декелем 5 (от нем. *deckel* – крышка).

В плоскочечатных устройствах (рис. 9.2, б) печатная форма 1 находится также на плоском основании 2 – талере. Но давление осуществляют цилиндрической опорой – печатным цилиндром 3, покрытым декелем 5. При получении оттиска в контакте с бумагой 4 находится одновременно не вся поверхность формы, а ее узкая полоска по длине образующей цилиндра. За каждый цикл работы машины талер совершает два хода – один рабочий, при котором получается оттиск, а другой – холостой.

В ротационных печатных устройствах (рис. 9.2, в) печатную форму 1 закрепляют на формном цилиндре 2, а давление осуществляют печатным цилиндром 3, покрытым декелем 5. При печатании бумага 4 проходит между формным и печатным цилиндрами, поэтому в контакте с бумагой одновременно находится только узкая полоска формы, перемещающаяся при вращении цилиндров.

Для офсетной печати используют ротационное печатное устройство (рис. 9.2, г), которое состоит из трех цилиндров: формного 1 с печатной формой 2, печатного 3 и офсетного (передаточного) 6, покрытого резинотканевой пластиной 5. Бумага 4 проходит между офсетным и печатным цилиндрами.

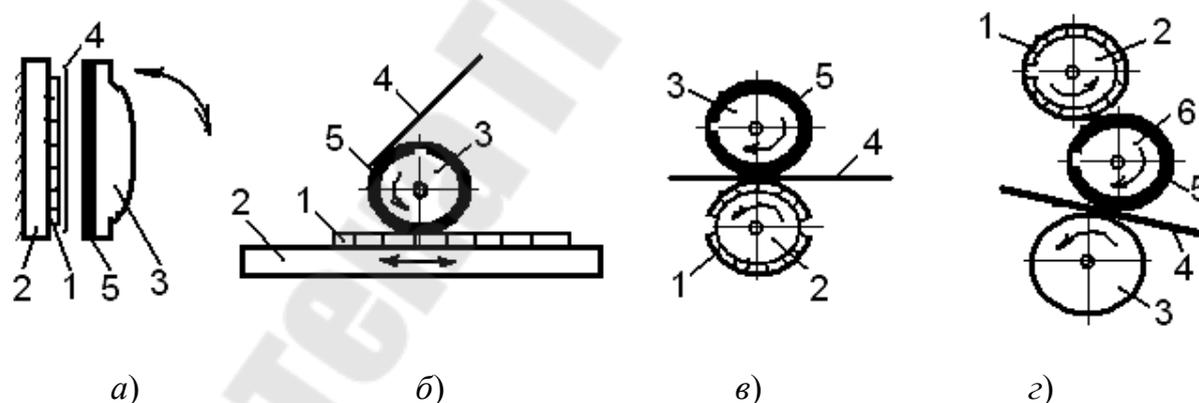


Рис. 9.2. Схемы печатных устройств

**Красочный аппарат** предназначен для нанесения дозированым слоем вязкой или жидкой краски на печатную форму. Эти аппараты для вязких красок высокой и плоской офсетной печати обычно состоят из трех групп механизмов (рис. 9.3): краскоподающей, раскатной и накатной.

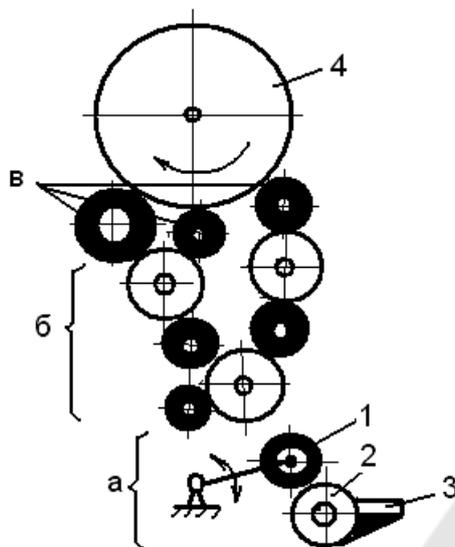


Рис. 9.3. Схема красочного аппарата для вязких красок

Краскоподающая группа (а) предназначена для периодической подачи регулируемого количества краски в раскатную группу. Эту операцию выполняет качающийся передаточный валик 1, который переносит краску с периодически вращающегося дукторного цилиндра 2 на цилиндр раскатной группы. На дукторный цилиндр краска подается из красочного ящика 3, через регулируемый зазор, образованный дукторным цилиндром и гибким ножом – дном красочного ящика. Раскатная группа (б), состоящая из металлических цилиндров и эластичных валиков, раскатывает полученную краску равномерным слоем и передает его на накатную группу (в), которая наносит (накатывает) краску равномерным тонким (4–10 мкм) слоем на печатающие элементы формы 4. Эта группа обычно состоит из трех или четырех эластичных (чаще обрезиненных) валиков, находящихся в контакте с печатной формой и раскатными цилиндрами. Красочные аппараты машин глубокой печати имеют более упрощенную конструкцию.

**Премно-выводные** устройства в зависимости от вида печатных машин выполняются в различных конструктивных исполнениях. Так, например, в машинах, использующих листовую бумагу, отпечатанные листы с печатного цилиндра обычно выводятся листовыводным транспортером и укладываются в стопу на стапельном (приемном) столе. При укладке в стопу листы автоматически выравниваются сталкивателями по передней и боковым кромкам, и стопа синхронно опускается автоматически вместе со столом. Печатные машины, ис-

пользующие рулонную бумагу, оснащаются чаще всего фальцевально-резательными аппаратами, выполняющими продольный сгиб отпечатанной бумажной ленты, резку ее на отдельные листы и фальцовку этих листов в тетради.

**Сушильными устройствами** многие рулонные (а в некоторых случаях и листовые) машины оснащаются для ускорения процесса закрепления красок на оттисках. Конструкция этих устройств зависит от способа сушки. Так, например, в машинах плоской офсетной печати распространены газопламенные сушильные камеры, в которых открытое пламя сочетается с потоками горячего воздуха. Движущаяся бумажная лента проходит при этом между рядами газовых горелок, а затем между сопел, из которых подается горячий воздух. Образующиеся при сушке пары удаляются в вытяжную систему. Сушильные устройства с инфракрасным излучением представляют собой единую панель с набором трубчатых ламп и отражателем. Применяются также электрокалориферные сушилки, работающие на горячем воздухе. Так как термическая сушка всегда сопровождается нежелательным нагревом оттиска, то в комбинации с сушильными устройствами применяют охлаждающие устройства, например, в виде радиаторов, охлаждаемых проточной водой. Наиболее технологичной является сушка оттисков УФ-излучением и электронными лучами (Э-сушка).

Современные высокоскоростные печатные машины оснащаются также различного рода электронными и электронно-вычислительными устройствами, автоматизирующими в машине подготовительные операции и режимы печатного процесса, а также дающими информацию о качестве оттисков.

Печатные машины классифицируют по многим конструктивным и технологическим признакам, главными из которых являются: вид применяемой бумаги (листовые и рулонные); тип печатного устройства (тигельные, плоскочечатные и ротационные); количество запечатываемых красок (однокрасочные, двухкрасочные и многокрасочные); число сторон листа, запечатываемых за один прогон (односторонние, двухсторонние и комбинированные); вид печати (плоская, высокая, глубокая, флексографская, трафаретная и т. д.); формат оттиска (малый (до 54 x 75 см), средний (до 70 x 92 см) и большой (64 x 108 см и более)); производительность (в листопргонах за единицу времени или скорость печатания в м/с).

## 9.2. Машины плоской офсетной печати

Основная отличительная особенность машин плоской офсетной печати – это наличие офсетных передаточных цилиндров и увлажняющих аппаратов. Листовые машины плоской офсетной печати в сравнении с рулонными позволяют печатать на бумаге плотностью от 40 до 250 г/м<sup>2</sup> разного формата, а также картоне, жести, полимерных и других листовых материалах. Однако производительность их в 3–3,5 раза ниже рулонных машин.

Листовая однокрасочная машина содержит пневматический самонаклад, печатное устройство, красочный и увлажняющий аппараты, приемно-выводное устройство, электропривод, контрольно-регулирующие устройства и пульт управления. Увлажняющий аппарат обеспечивает нанесение тонкого равномерного слоя увлажняющего раствора на пробельные элементы печатной формы перед каждым накатыванием на нее краски. Наиболее широко в машинах применяются контактные аппараты, наносящие увлажняющий раствор на печатную форму эластичным валиком. При работе машины вначале каждого цикла на форму наносится увлажняющий раствор, а затем – краска. После этого форма, войдя в контакт с резинотканевой пластиной офсетного цилиндра, передает на нее красочное изображение. Одновременно лист бумаги, поданный самонакладом, прижимается печатным цилиндром к офсетному и принимает с него красочный слой. После этого полученный оттиск передается листовыводящим устройством на приемный стол машины и укладывается в стопу.

Для печатания многокрасочной продукции (плакатов, карт, репродукций картин) применяются двух- и многокрасочные листовые машины, состоящие из печатных секций трехцилиндрового (секционного), планетарного пятицилиндрового или планетарного девятицилиндрового построения.

Секционные многокрасочные машины удобны в обслуживании, но несколько громоздки и металлоемки. Каждая трехцилиндровая секция таких машин (рис. 9.4, а) состоит из печатного (П), офсетного (О) и формного (Ф) цилиндров, а также увлажняющего (У) и красочного (К) аппаратов. Бумага (Б) во время печатания передается в них из одной секции в другую специальным листопередающим устройством: передаточными цилиндрами или цепным транспортером. На таких машинах между секциями можно устанавливать устройство для переворачивания листов и печатать на двух сторонах бумаги.

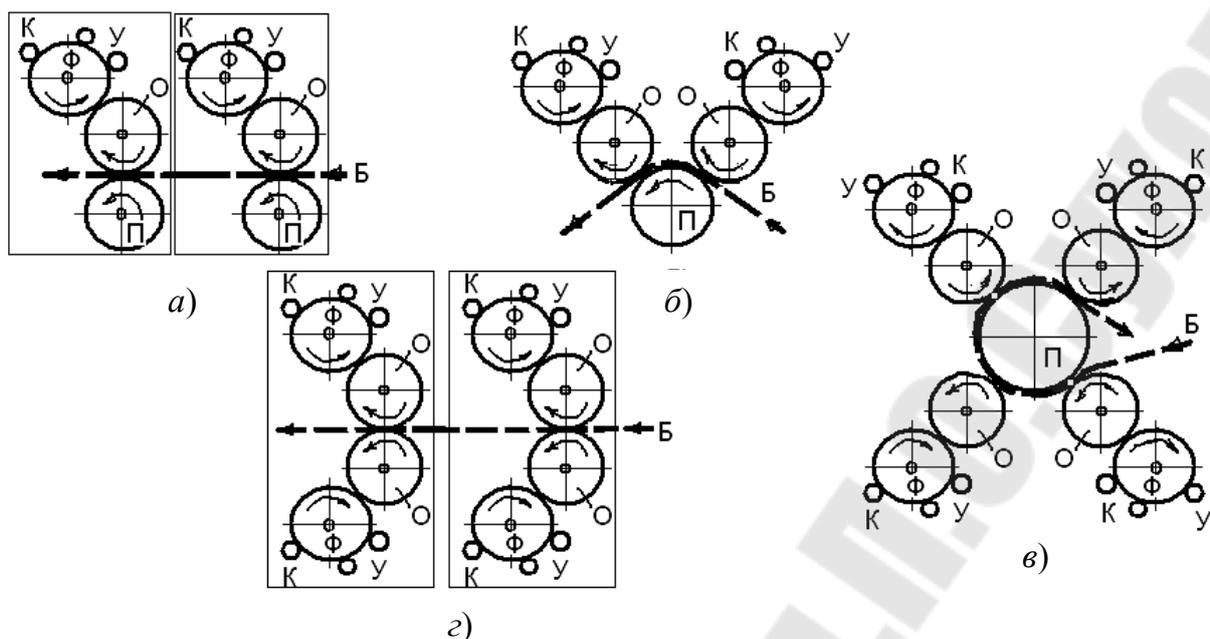


Рис. 9.4. Схемы построения печатных секций многокрасочных машин плоской офсетной печати

По планетарной пятицилиндровой схеме изготавливают двухкрасочные машины. Печатная секция этих машин состоит из пяти цилиндров (рис. 9.4, б): двух формных, двух офсетных и одного печатного, а также двух увлажняющих и двух красочных аппаратов. При работе такой машины лист поступает в захваты печатного цилиндра и прижимается им вначале к первому офсетному цилиндру, принимая с него краску, а затем ко второму цилиндру, наносящему следующую краску. Путем агрегатирования двух пятицилиндровых секций строятся четырехкрасочные машины.

Четырехкрасочные машины бывают и планетарного девятицилиндрового построения (рис. 9.4, в). В них вокруг одного цилиндра большого диаметра расположены четыре офсетных и четыре формных цилиндра одинакового диаметра, увлажняющий и красочные аппараты. Во время работы машины на печатном цилиндре находится одновременно несколько печатных листов. Каждый лист за один оборот этого цилиндра получает последовательно четыре красочных изображения с сопрягающихся офсетных цилиндров. Отсутствие промежуточных передач листа обеспечивает при печатании высокую точность приводки красок на оттиске. Однако такие машины, в отличие от машин секционного построения, громоздки и неудобны в обслуживании.

В качестве примера рассмотрим более подробно устройство и принцип действия листовой двухсекционной офсетной машины модели «ADAST DOMINANT 725P», схема которой приведена на рис. 9.5. Эта машина обеспечивает печатание тиражей полиграфической продукции на флатовой бумаге в режиме односторонней двухкрасочной печати или в режиме двухсторонней печати. В ее структурную схему входят:

- установленные на станине 1 функциональные модули (две печатные секции 2, листопитающая система, а также листопередающее, листовыводное и листоприемное устройства);

- общий электромеханический привод, содержащий электродвигатель 3, толчковую подачу 4, кулачковый вал 5, клиноременную 6 и зубчатые механизмы 7 передачи вращения;

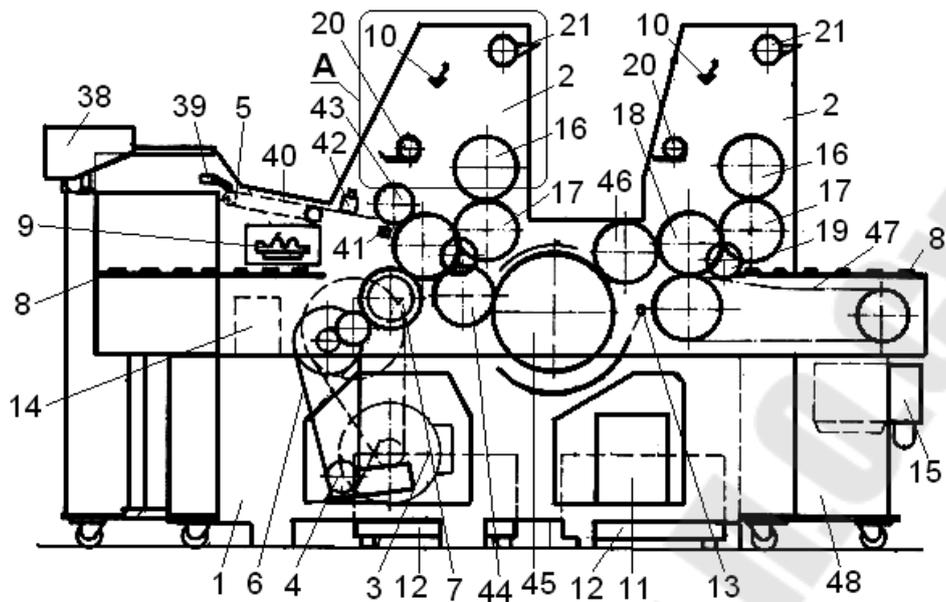
- система контроля и управления, включающая два пульта управления 8, индикатор неисправностей 9, переключатели 10 режимов работы красочных аппаратов, блок 11 с электрооборудованием и разнообразные датчики;

- пневмооборудование, включающее компрессор, воздушные агрегаты 12, коллектор распределения воздуха 13 и другие устройства, а также вспомогательные системы, такие как механизм распределения смазки 14, припыливающее устройство 15, кожухи, ограждения, установочные и другие конструктивные элементы.

Основой печатной секции 2 является печатное устройство, в котором осуществляется печатание с одновременной проводкой бумаги через зону печатного контакта. Оно состоит из формного 16, офсетного 17 и печатного 18 цилиндров, механизма натиска 19, а также механизмов приводки и привода. При этом на формном цилиндре 16 с помощью механизмов зажима и натяжения закрепляется формная пластина; офсетный цилиндр 17 обеспечивает перенос красочного изображения с формной пластины на запечатываемый материал; печатный цилиндр 18 служит опорной поверхностью для запечатываемого листа и одновременно проводит его через зону печатного контакта; а механизм натиска 19 обеспечивает включение, выключение и регулирование давления в зоне печатного контакта в зависимости от толщины и свойств поверхности запечатываемого материала. В секции размещаются также увлажняющий 20 и красочный 21 аппараты, обеспе-

чивающие функционирование печатного устройства. Увлажняющий аппарат 20 предназначен для предохранения пробельных элементов печатной формы от закатывания краской и состоит из корыта 22 с увлажняющим раствором, вращающегося дукторного цилиндра 23, качающегося передаточного валика 24, раскатного цилиндра 25 и двух накатных валиков 26 и 27. Красочный аппарат 21 предназначен для стабильного и равномерного нанесения слоя краски на печатающие элементы формы. Работа красочного аппарата основана на отделении от общей массы краски утолщенного слоя с последующим его раскатыванием до требуемой толщины и нанесением на печатную форму. Эти процессы последовательно выполняются механизмами питающей, раскатной и накатной групп аппарата. В питающую группу входят красочный ящик 28, нож 29, ограничивающий выход краски, дукторный цилиндр 30 и качающийся передаточный валик 31, переносящий порциями краску на первый цилиндр 32 раскатной группы. Раскатную группу образуют синхронно вращающиеся распределительные 33, раскатные 34 и грузовые 35 валики, обеспечивающие раскатывание порций краски в равномерный слой заданной толщины. Накатная группа содержит грузовые 36 и накатные 37 валики, наносящие краску равномерным тонким слоем на печатающие элементы формы.

Листопитающую систему машины образуют самонаклад 38, датчик контроля листов 39, накладной стол 40, упоры равнения листа 41 и 42, а также ротационный форгрейфер 43. Самонаклад 38 осуществляет захват со стапеля присосками верхнего листа за заднюю кромку, приподнимание ее и подачу под отделяемый лист из щуп-сопла струи сжатого воздуха и, после отделения листа, его последовательную ступенчатую подачу в приемные ролики накладного стола 40. Далее листы выравниваются по передним 41 и боковым 42 упорам, установленным на накладном столе, а затем поочередно захватываются за переднюю кромку ротационным форгрейфером 43 и передаются им в захваты печатного цилиндра 18.



А (увеличено)

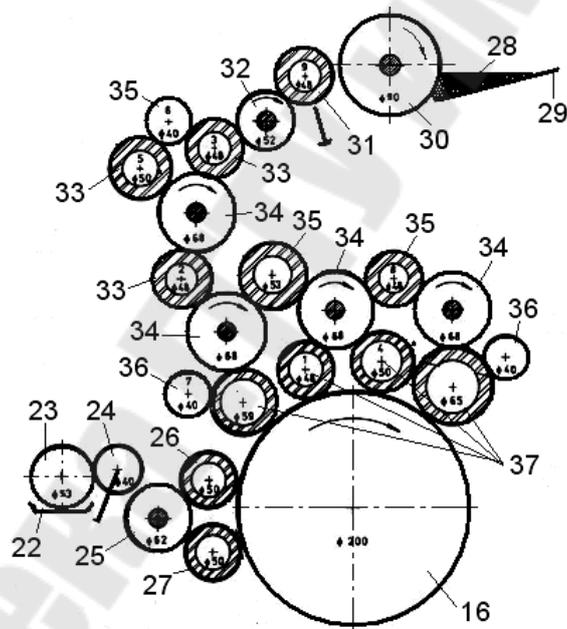


Рис. 9.5. Схема листовой двухсекционной офсетной машины модели «ADAST DOMINANT 725P»

Листопередающее устройство предназначено для проводки листов между печатными секциями без переворота при двухкрасочной односторонней печати или с переворотом при двухсторонней печати. Оно состоит из приемного 44, передаточного 45 и оборачивающего 46 цилиндров. При этом диаметр среднего передаточного цилиндра вдвое больший остальных и он содержит соответственно две штанги с захватами, принимающих листы из захватов цилиндра 44 и передаю-

щих в захваты цилиндра 46. При передаче с переверотом этот цилиндр выполняет функцию накопительного, так как листы в этом случае забираются с него захватами оборачивающего цилиндра 46 за заднюю кромку. При этом на участке сопряжения захваты оборачивающего цилиндра 46 перехватывают подаваемый лист за заднюю кромку, и после открывания захватов передаточного цилиндра, уводят лист в обратном направлении, снимая его с поверхности цилиндра 45. В результате на цилиндре 46 лист фиксируется в перевернутом положении и с него в таком положении передается во вторую секцию для запечатывания с оборотной стороны.

Листовыводное 47 и листоприемное 48 устройства обеспечивают вывод оттисков из печатной секции 2 к приемному столу и их ровную укладку в стапель без обмарывания и повреждений. Этот процесс включает: передачу листа из захватов печатного цилиндра в захваты листовыводного транспортера; движение листа к приемному стапелю в захватах листовыводной каретки до момента их открывания; замедление движения листа тормозным устройством; свободный полет листа до момента удара о передние упоры; удар листа о передние упоры; опускание листа на приемный стапель и выравнивание листов в стапеле (сталкивание). При этом из припыливающего устройства 15 производится на приемном стапеле, при необходимости, опыление свежих оттисков порошком.

В процессе автоматической работы машины присоски самонаклада 38 захватывают со стапеля верхние листы за заднюю кромку, отделяют их от стопы и последовательно ступенчато подают в приемные ролики накладного стола 40. Далее листы выравниваются по передним 41 и боковым 42 упорам, установленным на накладном столе, а затем поочередно захватываются за переднюю кромку ротационным форгрейфером 43 и передаются им в захваты печатного цилиндра 18, который проводит листы через первую печатную секцию, где осуществляется их запечатывание с одной стороны в результате контакта с офсетным цилиндром 17, передающим красочное изображение с формного цилиндра 16. После этого листы перехватываются приемным цилиндром 44 и через передаточный цилиндр 45 переводятся с захватом за заднюю кромку и переверотом на оборачивающий цилиндр 46, а с него в перевернутом положении передаются на печатный цилиндр 18 второй секции, где запечатываются с оборотной стороны. Далее из захватов печатного цилиндра 18 листы поступают в захваты листовыводных кареток транспортера 47 и перемещаются им

к приемному стапелю, где укладываются в стопу с выравниванием листов в стапеле. При этом из припыливающего устройства 15, при необходимости, на приемном стапеле производится опыление свежих оттисков порошком.

Основное преимущество рулонных печатных машин по сравнению с листовыми машинами – высокая скорость работы, которая обеспечивается непрерывностью питания машины бумажной лентой. При этом потери бумаги на технические отходы достигают 10–15 %. Печатные секции рулонных машин могут строиться по различным схемам (рис. 9.4): трехцилиндровой, четырехцилиндровой, планетарной пятицилиндровой и девятицилиндровой, а также комбинированной. В частности, машины, печатные секции которых построены по четырехцилиндровой схеме (рис. 9.4, з), не имеют печатных цилиндров. Печатная секция у них состоит из двух формных и двух офсетных цилиндров, а также двух увлажняющих и двух красочных аппаратов. Бумажная лента, проходя между офсетными цилиндрами, одновременно запечатывается с двух сторон. Необходимое число секций машины (обычно от 1 до 4) определяется ее красочностью. Например, машина (рис. 9.6), состоящая из четырех печатных секций (ПС), дает возможность запечатывать бумажную ленту, выходящую из рулонного устройства (РУ), с двух сторон в четыре краски (4 + 4). Затем лента проходит через сушильное устройство (СУ) и обрабатывается в фальцевально-резательном аппарате (ФА). Машины такого построения предназначены только для двухсторонней печати. По сравнению с секционными машинами они более компактны и экономичны, имеют короткую упрощенную проводку бумажной ленты, обеспечивают более точное совмещение красок при многокрасочной печати и широко применяются для печатания книжно-журнальных и газетных изданий.

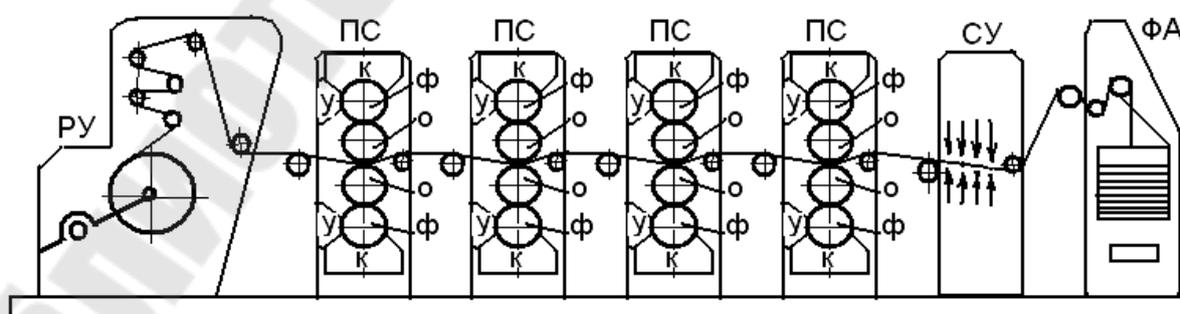


Рис. 9.6. Схема четырехкрасочной рулонной машины плоской офсетной печати

Печатание тиража требует выполнения ряда подготовительных операций включающих: подготовку печатной бумаги, подготовку печатных красок, подготовку к печатанию машины и получение контрольного оттиска.

Бумага, являясь гигроскопичным материалом, при изменении влажности окружающего воздуха отдает или воспринимает влагу, что приводит к ее деформации, осложняющей процесс печатания. Исключается или сводится к минимуму действие этого фактора путем акклиматизации бумаги и кондиционирования воздуха в печатном цехе.

**Акклиматизация бумаги** – это приведение бумаги в состояние равновесия с температурой и влажностью воздуха печатного цеха. Для этого рулоны и пачки бумаги должны доставляться в помещение цеха не позднее, чем за сутки до начала печатания тиража.

Большинство выпускаемых заводами печатных красок используется без дополнительной корректировки каких-либо основных их свойств. Однако часто возникает необходимость изменить, в зависимости от конкретных условий (качества бумаги, режима печатания и других), некоторые свойства красок, например, вязкопластические свойства и липкость, скорость закрепления, цвет, оттенок, интенсивность.

Перед печатанием тиража производится подготовка печатной машины, включающая подготовку печатных устройств, подготовку красочных и увлажняющих аппаратов, подготовку бумагопитающего и приемно-выводного устройств, приводку, подготовку противоотмарочных, сушильных, а также контрольно-регулирующих устройств. Одной из основных подготовительных операций, определяющих качество печатной продукции, является приводка.

**Приводка** – это технологическая операция, обеспечивающая правильное расположение оттиска на листе или ленте бумаги. В результате приводки получают нужные размеры полей оттиска, достигают требуемой точности совмещения красок при многокрасочной печати, а также совпадения оттисков с лицевой и оборотной сторон при двухсторонней печати.

После завершения всех подготовительных операций машину пускают на рабочий ход и на установившихся режимах работы получают контрольные оттиски, которые сравнивают с утвержденными издательством пробными оттисками. Если нет никаких отклонений от установленных норм качества, то контрольный оттиск подписывают к печати и он служит в дальнейшем эталонным оттиском (листом) для печатания всего тиража.

### 9.3. Машины высокой печати

Печатные устройства машин высокой печати могут быть построены как по ротационной, так и тигельной или плоскочечатной схемам действия.

Тигельные печатные машины составляют небольшую группу из однокрасочных листовых машин. Они характеризуются небольшими форматами (примерно 30 x 42 см), невысокой производительностью и поэтому применяются в ограниченных случаях для печатания малотиражной и малоформатной продукции на небольших предприятиях.

К наиболее распространенным плоскочечатным машинам относятся так называемые двухоборотные машины (рис. 9.7), у которых за время полного цикла непрерывно вращающийся печатный цилиндр совершает два оборота.

В процессе работы такой машины листы бумаги подаются самонакладом 1 на накладной стол и попадают в захваты вращающегося печатного цилиндра 2. Одновременно начинается рабочий ход талера 3 вправо. При его движении на печатную форму накатными валиками красочного аппарата 4 вначале наносится печатная краска, затем цилиндр 2 опускается, печатная форма входит в контакт с бумажным листом и, за первый оборот цилиндра, получается оттиск. Затем цилиндр приподнимается и выполняет второй оборот, передавая полученный оттиск в захваты цепного листовыводного транспортера 5, подающего лист на приемный стол 6. За это время талер возвращается в исходное (левое) положение, не касаясь формой печатного цилиндра, и далее цикл повторяется.

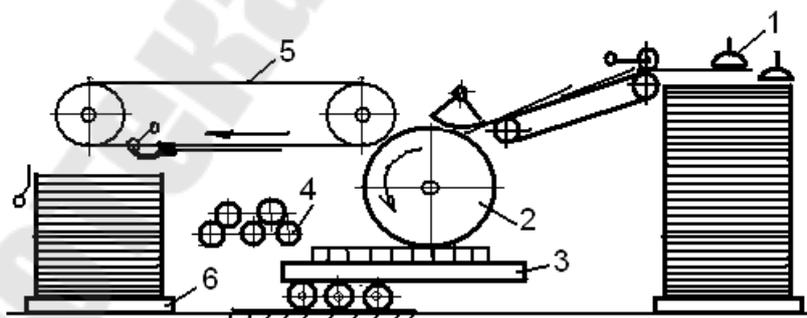


Рис. 9.7. Схема двухоборотной плоскочечатной машины

Двухкрасочные печатные машины могут быть построены так же, как и машины плоской офсетной печати: по секционному или планетарному принципу. Такой же принцип построения печатных секций могут иметь и многокрасочные листовые машины. Общие

принципы построения и работы рулонных ротационных машин также схожи. Основное отличие машин высокой печати от машин плоской офсетной печати – отсутствие в печатной секции офсетного цилиндра и увлажняющего аппарата.

Подготовка к печатанию тиража требует выполнения в основном тех же операции, что и для офсетной печати. Основной же отличительной особенностью подготовительных операций процесса высокой печати является выполнение приправки, которая увеличивает общую продолжительность подготовки машины к печатанию.

**Приправка** – это комплекс подготовительных операций, обеспечивающих в процессе печатания распределение давления на различные участки печатной формы в зависимости от особенностей формы и печатной машины. Приправка необходима для получения заданного качества изображения и вызвана следующими основными причинами:

- концентрацией напряжений на краях рельефных печатающих элементов формы при вдавливании их в декель;
- метрическими отклонениями от нормы роста (толщины) печатной формы и ее элементов;
- различной площадью отдельных печатающих элементов и их неодинаковым расстоянием друг от друга;
- неточностями изготовления печатного устройства (поверхности талера, печатного и формного цилиндров), а также его износом.

Приправка включает операции изготовления приправочного рельефа и укрепления его на декеле или под печатной (пластинчатой) формой. В результате этого давление на форму в процессе печатания будет выровнено или перераспределено между отдельными участками. Следовательно, приправка может быть выравнивающей и перераспределяющей давление. Причем для каждой печатной формы изготавливается свой приправочный рельеф.

Оттиски высокой печати во многих случаях визуально почти не отличаются от оттисков плоской офсетной печати. Их можно отличить только при тщательном рассматривании в лупу (лучше микроскоп), обращая внимание на следующие характерные особенности:

- на краях элементов букв, штрихов, растровых элементов одно- и многокрасочных оттисков наблюдается более толстый слой краски, чем в середине. Это приводит к получению резко очерченных краев и различной цветовой насыщенности элементов;
- тоновые изображения воспроизводятся растровыми элементами, находящимися обычно на всех участках, в том числе и самых светлых.

При этом растровые элементы оттисков, полученных с фотохимиграфических форм или с их стереотипов, приближаются, как правило, к круглой форме – имеют вид точек, а с электронно-механических гравированных – к прямоугольной форме – вид квадратиков;

– многоцветные тоновые изображения воспроизводятся обычно в четыре краски по тому же принципу, что и в плоской офсетной печати;

– на оборотной стороне некоторых оттисков наблюдается заметный рельеф, образующийся от вдавливания печатающих элементов формы в бумагу при печатании.

#### **9.4. Машины глубокой печати**

Машины глубокой печати широко применяются для печатания иллюстрированных одно– и многокрасочных журналов, этикеточно-упаковочной и разнообразной высокохудожественной продукции. Причем печать выполняется не только на бумаге, но и на различных пленочных материалах. Широкое распространение для этих целей получили рулонные машины глубокой печати, а листовые машины находят ограниченное применение. Печатные машины глубокой печати по конструктивному исполнению и принципу действия во многом схожи с машинами высокой печати при следующих конструктивных особенностях:

– упрощенная конструкция и принцип работы красочных аппаратов, которые предназначены для заполнения маловязкой быстрозакрепляющейся краской углубленных печатающих элементов формы;

– конструкции печатных устройств только ротационного типа, причем каждая печатная машина снабжается сменными формными цилиндрами;

– каждая печатная секция имеет сушильные устройства, обеспечивающие быстрое закрепление жидкой краски (испарением летучего растворителя) на оттиске в процессе печатания;

– печатные секции и сушильные устройства машины закрыты специальными кожухами, уменьшающими попадание паров токсичных растворителей краски в окружающую воздушную среду.

В частности, четырехкрасочная рулонная книжно-журнальная машина глубокой печати (рис. 9.8) позволяет печатать издания красочностью 1 + 3. В ней бумажная лента из рулонного устройства (РУ) сначала попадает в первую печатную секцию (ПС), где запечатывается в одну краску с одной стороны, а затем последовательно проходит

через остальные три печатные секции и запечатывается на них в три краски с другой стороны. Далее запечатанная лента поступает в фальцевально-резательный аппарат (ФА) машины и обрабатывается в нем соответствующим образом. Печатная секция этой машины состоит из печатного устройства, красочного аппарата и сушильного агрегата. Печатное устройство включает формный цилиндр (Ф), промежуточный печатный вал (Пв) с высокоэластичным покрытием и нажимной металлический пресс-цилиндр (Пц). Последний, надавливая во время работы машины на печатный вал, создает необходимое давление печатания (в малоформатных машинах пресс-цилиндр не применяется). Красочный аппарат состоит из ракельного устройства (Р) и резервуара (К) для краски, в который опущен красконаносящий валик или непосредственно формный цилиндр. При вращении цилиндра на всю его поверхность наносится краска, которую затем равномерно прижимаемый ракель (упругий стальной нож с заточенным лезвием) снимает полностью с пробельных элементов и излишки удаляет с печатных элементов. Краска может также набрызгиваться на форму специальным устройством, а избыток ее, снимаемый ракелем, отводится при этом в емкость, из которой после фильтрации она вновь подается на форму. Сушильное устройство каждой печатной секции представляет собой камеру, подающую на бумажную ленту подогретый воздух, или подогреваемый металлический цилиндр (Мц), к которому прижимается движущаяся бумажная лента. По степени автоматизации современные рулонные машины не уступают машинам плоской офсетной печати. Они оснащаются многими устройствами (в том числе и микропроцессорными) для стабилизации и контроля печатного процесса.

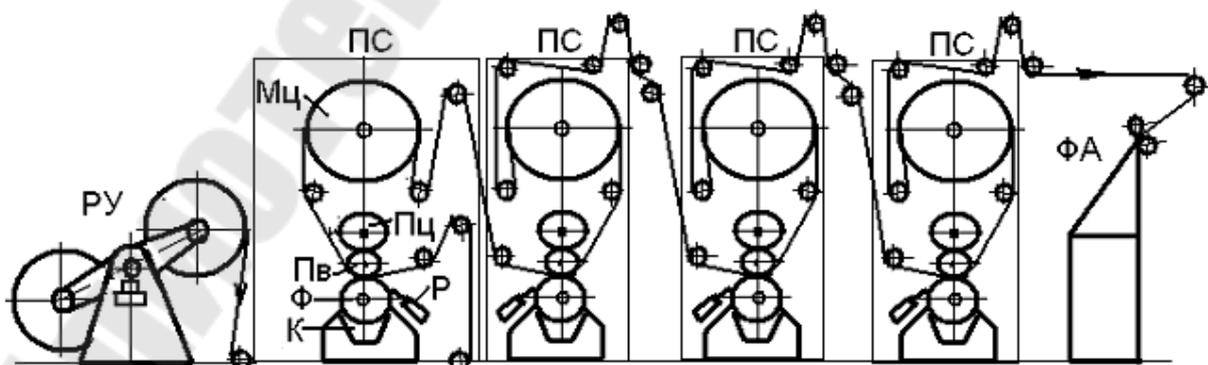


Рис. 9.8. Схема рулонной машины глубокой печати

Подготовка к печатанию тиража требует выполнения в основном тех же операции, что и для высокой печати.

Оттиски глубокой печати характеризуются большой яркостью, насыщенностью и вместе с тем мягкостью тоновых переходов изображения. С помощью особых печатных красок можно получать оттиски с матовой бархатной структурой, повышающей изобразительные возможности при печатании.

Все участки текста, штрихов и тонов изображений на печатной форме, изготовленной пигментным способом, расчленены на растровые элементы, имеющие одинаковые размеры и в большинстве случаев квадратную форму. Однако на оттиске растровые элементы различимы (с помощью лупы) только в светах и полутонах изображений. В глубоких тенях они из-за утолщенного слоя краски, перешедшей с формы, соединяются между собой в сплошные элементы. По этой же причине на штрихах текста и изображений они незаметны, но края штрихов получаются пилообразными.

Оттиски, полученные с форм глубокой автотипии, напоминают оттиски высокой или плоской офсетной печати, но текст и штрихи изображений расчленены одинаковыми по площади растровыми элементами. На «тоновых» оттисках, отпечатанных с гравированных электронно-механическим способом форм, заметны различные по величине и насыщенности растровые элементы.

Как правило, только оттиски, полученные на листовых машинах, повторяют примерно такую же форму и размеры растровых элементов, как на печатной форме. На оттисках, отпечатанных на рулонных машинах, геометрическая форма растровых элементов несколько искажена, особенно в полутонах, где образуется как бы «негативная» (по отношению к печатной форме) сетка. В этом случае промежутки между растровыми элементами имеют слой краски насыщенного цвета.

Многие тоновые изобразительные оригиналы обычно воспроизводятся в четыре краски. При этом достигается больший цветовой охват печатных красок, чем в других способах печати. На многокрасочных оттисках глубокой печати отсутствует муар.

Во многих случаях полиграфическая продукция после печатания подвергается дополнительной отделке, которая позволяет разнообразить ее оформление и улучшить эксплуатационные свойства, а также придать законченный (товарный) вид. Наиболее часто отделка применяется для оформления этикеточно-упаковочной продукции.

## 10. ФЛЕКСОГРАФСКАЯ ПЕЧАТЬ

*Флексографская печать* – это разновидность высокой печати, в которой используются упругоэластичные печатные формы и низковязкие быстрозакрепляющиеся краски. Флексография изначально создавалась для печати на упаковочных материалах и поэтому практически не имеет ограничений по типу запечатываемого материала. Она позволяет печатать на бумаге, всех видах картона, самоклеющихся материалах, металлической фольге и жести, пленочных полимерных и ламинированных материалах любого типа и толщины, а также на материалах с грубой фактурой, например, таких, как ткань.

Изобретателем флексографской печати можно считать Карла Хольвега, владельца германской машиностроительной фирмы «К. унд А. Хольвег ГмбХ», существующей и сегодня. На способ печатания анилиновыми красителями при помощи эластичных резиновых печатных форм ему был выдан немецкий патент от 17 августа 1907 г. № 200697 «Способ печатания на бумажных мешках», а также английский патент № 16517 от 5 августа 1908 г.

Общепринятый сегодня термин «флексография» был впервые предложен в США на 14-й Национальной конференции по упаковочным материалам 21 октября 1952 г. При этом исходили из того, что в этом способе совсем не обязательно должны применяться анилиновые красители. В основу термина были положены латинское слово «flexibilis», что значит «гибкий», и греческое слово «graphein», что означает «писать, рисовать». В Европе новый термин в форме «Flexodruck» впервые был употреблен в сентябре 1966 г. в Германии, а затем получил распространение во Франции и других странах.

Флексография как бы соединяет в себе преимущества высокой и плоской офсетной печатей и, вместе с тем, лишена их недостатков. В частности, для получения качественного оттиска в высокой печати необходимое равномерное давление на запечатываемый материал (порядка 30–50 кг/см<sup>2</sup>) создается через упругую прокладку – декель. При этом необходимость приправки увеличивает продолжительность подготовки машины к печатанию, а высокое удельное давление способствует повышенному износу печатных форм. В офсетной печати качественные оттиски получают при удельном давлении около 5 кг/см<sup>2</sup>, но при этом вводится дополнительное звено (офсетный цилиндр) для переноса красочного слоя с формы на запечатываемый материал. Флексографская печать выполняется при незначительном удельном давлении печатной формы на запечатываемый материал и этим обес-

печивается высокая тиражестойкость печатных форм (от 1 до 2,5 миллионов оттисков), а маловязкие быстрозакрепляющиеся краски позволяют печатать одно- и многокрасочную продукцию при высоких скоростях (до 10 м/с). Этот вид печати характеризуется следующими достоинствами:

- большая номенклатура разнообразных запечатываемых материалов, при этом обеспечивается печатание на толстолистовых материалах и поверхностях с грубой фактурой;

- менее трудоемкая технология изготовления печатных форм и их высокая тиражестойкость;

- более низкая стоимость эластичных флексографских форм в сравнении с металлическими формами, например, глубокой печати;

- возможность изготовления форм с размерами, адекватными размерам, запечатываемой продукции, что позволяет оптимизировать расход материалов;

- возможность печатания маловязкими водными красками;

- упрощенная конструкция красочного аппарата у печатных машин;

- эластичность формы позволяет работать ей без декеля, что исключает процесс приправки, а также обеспечивает печатание на материалах с такой грубой фактурой, на которой печать, например, офсетным способом вообще невозможна;

- возможность объединения печатных и послепечатных процессов (лакирования, ламинирования, вырубки и резки, фальцовки и склейки) в единой автоматизированной линии.

Флексографская печать обладает также и рядом следующих недостатков:

- большая величина растискивания точек раstra;

- ограниченные возможности репродуцирования в тенях и высоких светах;

- невозможно печатать шрифты с малыми кеглями, особенно вывороткой;

- неэкономичность при малых тиражах;

- отсутствие стандартных показателей оценки качества печати.

**Флексографская печатная форма** – это одно-, двух- или многослойная упрягоэластичная форма высокой печати, изготовленная из эластомеров (например, резиновых или фотополимерных). По конструктивному исполнению флексографские формы подразделяются на:

- пластинчатые однослойные, состоящие из одного упругоэластичного материала, например, резины, каучука или фотополимера;
- пластинчатые двух- и трехслойные, у которых слои различаются упругоэластичными свойствами, позволяющими улучшать деформационные характеристики печатных форм;
- цилиндрические в виде полых сменных цилиндров с упругоэластичным покрытием или валов (например, обрезиненных).

Флексографские печатные формы могут быть изготовлены следующими тремя способами:

- прессованием с использованием оригинальных (например, микроцинковых) форм высокой печати по технологии изготовления резиновых стереотипов;
- фотохимиграфическим способом из фотополимеризующихся материалов как жидких, так и твердых, предназначенных для флексографских форм, по технологии изготовления фотополимерных печатных форм высокой печати;
- электронно-механическим или лазерным гравированием; применяется для изготовления только цилиндрических форм.

Резиновые печатные формы обладают высокой эластичностью и достаточной стойкостью к различным растворителям. Но процесс их изготовления многостадийный и трудоемкий, требующий изготовления оригинальных форм и матриц. Кроме того, качество воспроизведения ими штриховых и растровых изображений гораздо ниже, чем у фотополимерных печатных форм. Последние позволяют воспроизводить флексографским способом печати растровые (до 48–54 лин/см) и мелкоштриховые изображения такого же почти качества, как в плоской офсетной печати. Гравированные флексографские формы наиболее дорогие в изготовлении и применяются иногда для печатания бесстыковых изображений, например, на текстурной и обойной продукции.

В настоящее время наряду с традиционными технологиями широкое распространение получают лазерные технологии изготовления флексографских печатных форм на цифровых (маскированных) фотополимерных пластинах. При этом исключаются процессы изготовления фотоформ, так как они заменяются черной маской, нанесенной непосредственно на фотополимерный слой, соединенный с полиэфирной (лавсановой) подложкой флексографской пластины. В процессе записи на пластину цифровой информации в специальных RIP-процессорах такая маска разрушается под воздействием инфракрасного лазерного излучения, и в ней образуются «окошки», пропус-

кающие ультрафиолетовые лучи. Дальнейший процесс изготовления печатной формы аналогичен классическому и включает в себя основное экспонирование с лицевой стороны пластины УФ-излучением, вымывание незаполимеризованного слоя с пробельных элементов, сушку, доэкспонирование формы и финишинг – процесс придания форме стойкости к содержащимся в печатных красках растворителям. Так как при экспонировании цифровой пластины исключается рассеивание света в оптической среде между маской и фотополимером и при этом не используется рассеивающая вакуумная пленка, то профиль печатных элементов формы получается более крутым. Это позволяет воспроизводить изображения с линеатурой раstra до 70 лин/см, обеспечивает стабильное воспроизведение растровых точек в диапазоне от 3 до 98 % и уменьшает их растискивание. Выпускаются флексографские фотополимерные пластины толщиной от 0,67 до 6,95 мм и с твердостью по Шору А от 32 до 75. Наиболее целесообразно по данной технологии изготавливать печатные формы для полноцветной флексографской печати, так как именно в этом случае реализуются все преимущества цифровой технологии, и достигается качество печати, сравнимое с плоской офсетной печатью.

При монтаже печатных пластин на формные цилиндры, гильзы и муфты в настоящее время широко используются односторонние и двусторонние жесткие и демпферные клейкие ленты. Односторонние клейкие ленты, изготовленные из некомпрессионного прозрачного винила с высокой точностью по толщине, применяются для наращивания диаметра формных цилиндров и гильз, а двусторонними клейкими лентами жесткими и демпферными обеспечивается закрепление на них печатной пластины. Клейкие демпферные ленты выполняются на вспененном полиэтиленовом носителе и наряду с закреплением придают печатному клише необходимую упругость. Двусторонние липкие ленты имеют различные уровни адгезии: внутренняя сторона у них обладает хорошей адгезией к флексопечатному цилиндру, а наружная сторона предназначена для закрепления фотополимерной печатной формы.

Все флексографские машины ротационного типа условно подразделяются на узкорулонные и широкорулонные. Кроме того, существуют специализированные листовые флексографские машины, предназначенные в основном для печати на гофрокартоне и других толстолистовых упаковочных материалах.

Ротационные машины с шириной рулона более 600 мм выполняются, как правило, с планетарной или агрегатной (ярусной) схемой построения, работают на высоких скоростях, требуют больших затрат времени на переналадку, а также крупных капиталовложений и поэтому рентабельны при очень больших тиражах. Узкорулонные машины выполняются в основном с линейной (секционной) схемой построения, позволяющей формировать их конфигурацию максимально соответствующую нуждам и возможностям конкретного заказчика. Они легко объединяются с различными отделочными агрегатами в автоматизированную линию и стоят в 3–10 раз меньше широкорулонных машин. Ротационные флексографские машины обычно состоят из рулоноразматывающего устройства, определенного числа печатных секций (в зависимости от красочности машины), сушильного, охлаждающего и приемно-выводного устройства, а также пульта управления и различных электронных устройств для контроля и регулирования параметров печатного процесса.

Основная отличительная особенность флексографских машин – упрощенная конструкция красочного аппарата печатной секции. Использование печатных красок с вязкостью, близкой к вязкости воды, позволило отказаться в нем от сложной системы из 10–20 раскатных валков, применяемых для получения тонкого красочного слоя в офсетных машинах. Ротационная печатная секция содержит (рис. 10.1) формный цилиндр 1, несущий форму 7, и печатный цилиндр 2, между которыми проходит запечатываемый материал 3, а также красочный аппарат, состоящий из резервуара 4, заполняемого краской, и двух валов 5 и 6, вращающихся в резервуаре. Вал 8 – это шнек, который перемещает краску с вала 5 на вал 6. Вал 6 вращается в контакте с валом 5 и с формным цилиндром 1. Вал 5 вращается в контакте с валом 6 и с печатным цилиндром 2. Печатный цилиндр 2 вращается в контакте с валом 5 и с формным цилиндром 1. Формный цилиндр 1 вращается в контакте с валом 6 и с печатным цилиндром 2. Материал 3 проходит между формным цилиндром 1 и печатным цилиндром 2.

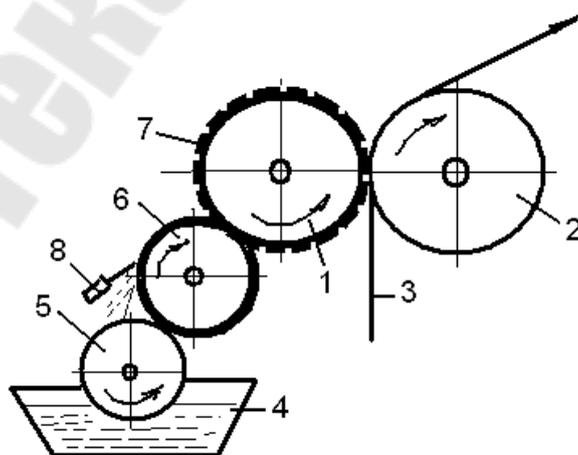


Рис. 10.1. Схема печатной секции машины флексографской печати

При этом обрезиненный дукторный вал 5, вращающийся в красочном резервуаре, передает краску на стальной или керамический анилоксный (растровый) вал 6, наносящий краску на печатную форму 7. На поверхности анилоксного вала имеются мельчайшие углубления, обеспечивающие передачу краски на печатные элементы формы 7 строго дозированным слоем, при этом избытки краски удаляются с него ракельным ножом 8. Такая конструкция не требует регулировки толщины наносимого красочного слоя, и тем самым значительно упрощается процесс наладки машины на печатание тиража. Применяются и другие конструкции красочных аппаратов.

Для флексографской печати выпускается большой ассортимент черных, белых и цветных красок, состав и свойства которых подобраны в соответствии со свойствами запечатываемых материалов и последующим применением печатной продукции. В зависимости от состава краски могут быть УФ-отверждения, водные или спиртовые.

Краски УФ-отверждения имеют ряд важных преимуществ, которые заключаются в высокой насыщенности и глянце получаемых изображений, в возможности печати с более высокой линиатурой, в более удобном получении желаемого оттенка цвета, меньшем расходе, а также в возможности оставлять их в машине при перерывах в работе (например, при односменной работе). Фактически, у УФ-красок только один недостаток – они стоят в 2–4 раза дороже водных или спиртовых красок и для их отверждения требуются более дорогие устройства УФ-сушки. Тем не менее, именно УФ-краски задают стандарт качества во флексографии, и являются оптимальными для печатания многокрасочных этикеток.

Водным краскам присущ ряд недостатков. Их необходимо разводить водой до рабочей вязкости и поддерживать вязкость на этом уровне в течение печатания всего тиража. Вариации цвета из-за этого могут быть весьма существенными, так как избыток воды уменьшает насыщенность краски, и в результате, отпечатанная продукция иногда выглядит бледноватой. Кроме этого у них посредственная адгезия к невпитывающим материалам и повышенное растискивание, что усложняет печать с высокой линиатурой. Водные краски сложнее смывать, особенно если они успели подсохнуть. Главное достоинство водных красок – это цена. Поэтому их лучше использовать для печати несложных изображений на бумажных материалах. При достаточном опыте и навыках водными красками можно достичь качества печати, близкого к УФ-краскам.

Роль растворителя в спиртовых красках выполняет смесь спирта и сложного эфира (например, 80 % этанола и 20 % этилацетата). Их недостатки в сравнении с УФ-красками те же, что и у водных, за исключением двух факторов: спиртовые краски хорошо закрепляются на непьющих поверхностях, и их легче смывать. Специфические недостатки заключаются в резком запахе растворителя, требующем хорошей вытяжной вентиляции, в необходимости утилизации отработавших остатков краски и пожароопасности, из-за чего машины должны иметь взрывобезопасное исполнение.

В упрощенном виде устройство УФ-сушки – это лампа ультрафиолетового спектра излучения с рефлектором и контуром охлаждения. Основная (и постоянно растущая) характеристика лампы – мощность в ваттах на сантиметр ширины материала. Раньше она находилась на уровне 80 Вт/см, сейчас составляет 160–200 Вт/см и более. Устройство может содержать одну (встречается чаще) или две лампы. Следует учитывать, что избыточная мощность приводит к перегреву и деформации запечатываемого материала, особенно тонких пленок. Чтобы избежать этого, полотно охлаждают. Системы охлаждения выполняются воздушными или водяными. Первые несколько проще и дешевле. При большой мощности ламп (более 200 Вт/см) эффективнее водяное охлаждение. Рефлектор, которым снабжается лампа, должен поглощать максимум тепла и отражать УФ-лучи на поверхность запечатываемого материала. Лучшее здесь зарекомендовали себя дирихтные рефлекторы («холодные» или «холодное зеркало»).

Закрепление водных и спиртовых красок происходит за счет испарения воды и растворителя соответственно. Для ускорения этого процесса применяются конвективные сушилки, в которых нагнетаемый вентилятором воздух нагревается в камере электрического или газового нагрева, а затем, обдувая запечатываемый материал, закрепляет краску и удаляется вытяжной вентиляцией. Многие машины оснащаются комбинированными устройствами, совмещающими конвективную и УФ-сушку, что позволяет применять на них любые типы красок и расширяет производственный потенциал машины.

Подготовка машины к печатанию нового тиража обычно включает следующие работы:

- подачу, установку и заправку нового запечатываемого материала;
- промывку и очистку (при необходимости) красочных аппаратов;

- замену (при необходимости) ракеля;
- очистку или замену красочных резервуаров и насосов;
- замену и заправку краски;
- замену формных цилиндров или гильз;
- при необходимости замену анилоксных (растровых) валов;
- подготовку печатных секции;
- выполнение пробной печати последовательно на всех печатных секциях;
- выполнение приводки изображения и согласование цветов;
- пробное печатание, изготовление и утверждение контрольных оттисков тиража.

Такие режимы печатания тиража, как скорость, давление, вязкость краски, интенсивность сушки оттисков и т. д. подбирают в зависимости от конкретных условий печатного процесса.

Флексографская печать по качественным показателям оттисков приближается к плоской офсетной печати, продолжая совершенствоваться и сегодня.

## **11. ТРАФАРЕТНАЯ ПЕЧАТЬ**

**Трафаретная печать** (от итал. *tzafazetto* – продырявливаю) – способ печати с сетчатых форм, печатающие элементы которых пропускают через себя продавливаемую на запечатываемый материал краску, а пробельные элементы ее задерживают. В результате создается изображение, все элементы которого состоят из одинакового по толщине (до 200 мкм) красочного слоя.

Трафаретная печать, пожалуй, самый древний из известных видов печати. Более 3 тысяч лет назад данным способом изготавливались японские и китайские миниатюры на ткани. В первой половине XIX века во Франции для основы трафаретной печатной формы была изготовлена специальная ткань из шелка в виде сита (отсюда другое название этого вида печати – «шелкография»). Ее натягивали на деревянные рамы и пробельные участки на поверхности ткани покрывали лаком. С этого времени трафаретная печать приобрела свои современные черты. Промышленное развитие этого вида печати началось в 1930-х годах, когда были разработаны копировальные фотоматериалы и начали применяться машины для печати на стеклянных изделиях. Широкую известность трафаретной печати принесло ее использование для декорирования бутылок «Coca-Cola». Универсальность мето-

да, простота нанесения изображений, толстый не просвечивающийся красочный слой, хорошее качество и насыщенность отпечатков, их оригинальное визуальное восприятие обеспечили этому виду печати широкое применение:

- для декоративного оформления фарфоровых и керамических изделий, бутылок, банок и других видов тары;
- для нанесения изображений на ткань, готовые текстильные изделия (майки, кепки, рубашки) и на небольшие тиражи сувенирных товаров (пакеты, ручки, брелоки, календари);
- для печатания этикеток, плакатов и разнообразной рекламной продукции;
- для оформления переплетных крышек книг и других изделий.

Изобразительные возможности значительно расширяются при применении трафаретной печати в сочетании с другими видами полиграфического оформления. Когда, например, основное изображение наносится плоской офсетной печатью, а элементы, которые необходимо выделить, – трафаретной печатью. Широко применяют трафаретную печать и в промышленном производстве, например, для нанесения защитных масок на токопроводящие дорожки печатных плат при их производстве; для маркировки панелей электронных приборов и блоков; для лакирования деталей с защитой от покрытия их отдельных участков и т. д.

Основой трафаретных печатных форм является сетчатая ткань, натянутая и закрепленная на формной раме. Формат рамы может быть различным и зависит от вида печатного оборудования и размера наносимого изображения. Рамы могут выполняться жесткими и самонатягивающимися. На жесткие рамы сетчатая ткань натягивается с помощью натяжного устройства, а затем прикрепляется к ней по периметру. Самонатягивающиеся рамы содержат механизмы для натяжения и фиксации ткани. Они более дорогие и поэтому применяются реже жестких рам. Изготавливают рамы обычно из древесины, листовой стали и конструкционных алюминиевых сплавов толщиной от 2 до 10 мм. Поверхности рамы должны быть гладкими и с закругленными краями.

Сетчатые ткани выпускаются с плотностью от 20 до 200 ниток на сантиметр из следующих синтетических волокон различной толщины:

- нейлоновое моноволокно – эластично, хорошо пропускает краску; печать больших тиражей;

– полиэфирное моноволокно – не подвержено влиянию изменений климатических воздействий, устойчиво к растяжению; печать с высокой точностью приводки;

– полиэфирные и полиамидные моноволокна – полиамидная нить покрыта слоем углерода, препятствующим образованию статического электричества;

– полиэфирное металлизированное моноволокно – нити, покрытые гальваническим способом тонким слоем никеля; антистатические сита повышенной стабильности;

– полиэфирное мультиволокно – нить скручена из нескольких волокон; устойчиво к изменениям климатических воздействий.

При выборе сетчатой ткани необходимо учитывать, что она не только является основой печатной формы, но и существенно влияет на технологические возможности печати (разрешающую способность, толщину наносимого красочного слоя и другие). Частота сетки выбирается в зависимости от характера воспроизводимого изображения, вида запечатываемого материала, свойств печатной краски, назначения печатной продукции. Чем плотнее сетка, тем точнее форма передает изображение, но при этом усложняется процесс печатания. Так как сетчатые ткани могут выпускаться с нитями различного диаметра, то коэффициенты открытой поверхности могут быть различными даже у тканей одинаковой плотности. При этом нити большего диаметра приводят к уменьшению открытой поверхности сита, что затрудняет печать мелких изображений по сравнению с ситами, сотканными из нитей меньшего диаметра. Но с другой стороны, эти ткани являются более прочными и устойчивыми к химическим воздействиям, поэтому их целесообразно использовать при печати на жестких материалах или красками, оказывающими агрессивное воздействие на ткань.

Сита к жестким рамам обычно приклеивают клеящим лаком, контактными или двухкомпонентными клеями. Каждый из них обладает как определенными достоинствами, так и недостатками. Если первые два имеют небольшое время схватывания и легко удаляются перед повторным использованием рамы, то двухкомпонентные клеи максимально устойчивы к агрессивному воздействию растворителей и химических средств, а также к механическим воздействиям.

В зависимости от метода формирования пробельных элементов на сетчатой ткани различают три способа изготовления печатных форм: прямой, косвенный и комбинированный (рис. 11.1). Однако независимо от применяемого способа вначале необходимо провести

предварительную подготовку формы, которая заключается в очистке и обезжиривании сита, а также придании ткани шероховатости соответствующими пастами, гелями и растворителями.

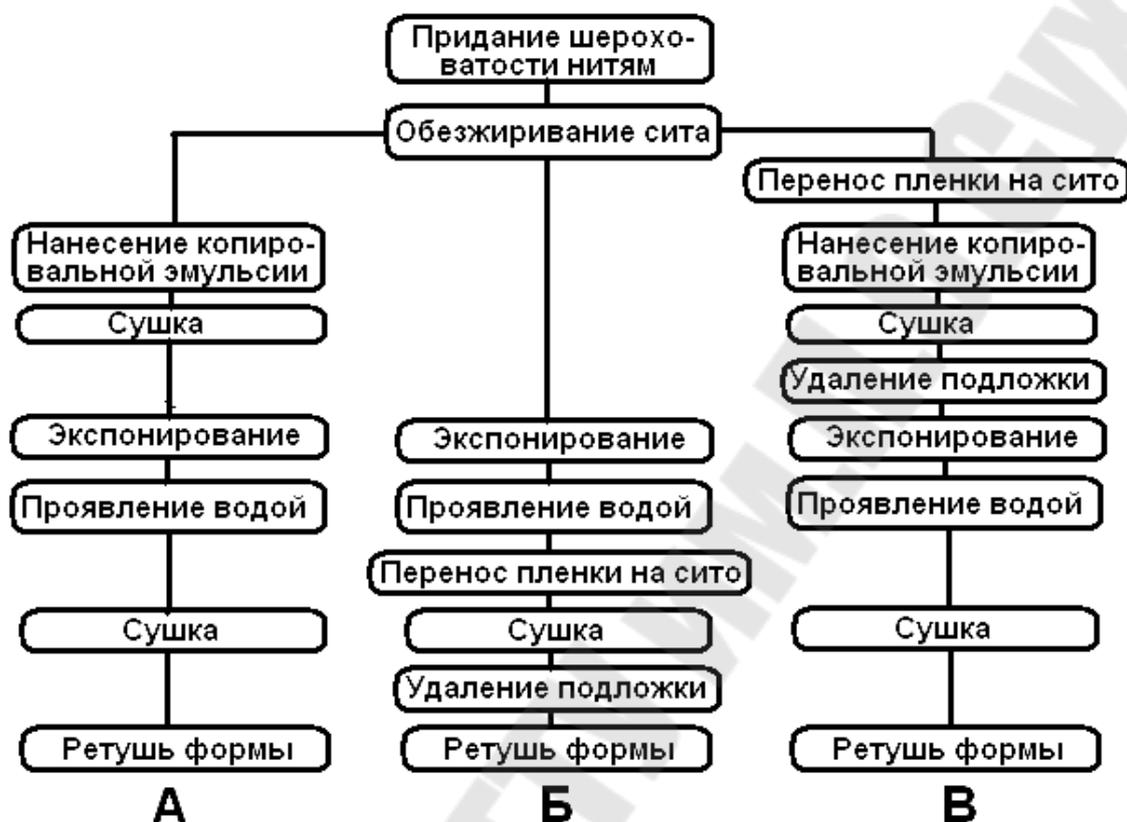


Рис. 11.1. Схема технологического процесса изготовления трафаретных печатных форм: А – прямой способ; Б – косвенный способ; В – комбинированный способ

В прямом способе на сито формы наносят слой копировальной эмульсии (хромированного поливинилового спирта, фотополимеризующейся композиции) и сушат его. Затем на копировальный слой с фотодиапозитива экспонируют изображение, в результате чего под действием излучения эмульсия задубливается на пробельных участках. Далее нанесенное изображение проявляют водой, вымывающей незадубленные участки эмульсии. После этого форму снова сушат и, наконец, ретушируют. Качество и тиражестойкость печатной формы зависят от степени задубливания копировального слоя и его толщины. Толстый копировальный слой, который можно получить многократным (2–4 раза) нанесением эмульсии на сито (с промежуточной сушкой), обеспечивает более полный контакт формы с запечатываемым материалом при печати и соответственно меньшее искажение краев изображения.

В косвенном способе фотодиапозитивы экспонируют не на сито формы, а на специально выпускаемый для этих целей копировальный материал, содержащий временную бумажную или полимерную подложку с нанесенными разделительным подслоем и копировальным слоем. После экспонирования изображения и проявления водой на этой подложке остается задубленный копировальный слой, соответствующий пробельным участкам формы. Затем этот слой переносят под небольшим давлением на сито, получая, таким образом, пробельные элементы формы, и после сушки подложку удаляют. Время экспонирования при данном способе меньше, так как полное задубление должно произойти примерно на две трети толщины материала. Это необходимо для последующего качественного закрепления слоя на сите формы. Окончательное задубление слоя происходит в процессе его последующей сушки. Этот способ позволяет получать более качественные изображения, так как копировальный слой располагается только на поверхности ткани, что значительно повышает графическую точность формы. Однако вследствие малой площади адгезионного контакта копировального слоя с сеткой тиражестойкость печатной формы меньше, а процесс ее изготовления более сложный.

Комбинированный способ объединяет в себе достоинства прямого и косвенного и заключается в том, что трафаретную форму устанавливают ситом на копировальную пленку, а затем наносят сверху на сито копировальную эмульсию, которая, проходя сквозь ячейки, соединяется с копировальной пленкой. Так как оба материала изготавливаются из одинаковых полимеров, то в результате получается гомогенная единая копировальная структура, обладающая гладкой нижней поверхностью (пленка) и имеющая хорошее сцепление с сетчатой тканью сита. Дальнейшее изготовление формы производится по технологии прямого способа.

Появившиеся на сите в процессе изготовления формы дефекты (точки, раковины и другие) устраняются его ретушированием специальными составами. Отработавшие формы могут подвергаться регенерации, в процессе которой с сита удаляется старый копировальный слой, и после этого раму с очищенным ситом используют для изготовления других форм.

Процесс трафаретной печати заключается в продавливании краски через печатающие элементы формы с помощью ракеля. При этом между поверхностью сетки и поверхностью запечатываемого материала должен существовать технологический зазор. В результате

перенос краски осуществляется в узкой полоске контакта ракеля, сита и запечатываемого материала.

Ракели, применяемые при печати, изготавливают обычно из полиэфируретана или маслобензостойкой резины. Полиуретановые ракели более устойчивы к износу, а резиновые ракели практически не создают электростатического заряда. Кромки ракеля должны быть ровными с углом заточки  $90^\circ$ . Применяются ракели и с другими углами заточки. Толщина ракеля – до 10 мм, а твердость, определяющая перенос краски, должна составлять по Шору 50–85 единиц.

Трафаретные краски в процессе печатания закрепляются одним из следующих способов:

- за счет испарения растворителя;
- за счет окислительной полимеризации связующего;
- за счет химического взаимодействия отвердителя со связующим;
- за счет отверждения УФ-излучением.

Наибольшее распространение в настоящее время получили краски первой группы. В качестве пленкообразующего вещества они содержат в основном различные эфиры целлюлозы. Еще одним видом данной группы являются водорастворимые краски. В красках второй группы в качестве связующего используются алкиды и масла. Краски третьей группы изготавливают преимущественно на виниловых и акриловых полимерах и сополимерах. Краски этой группы двухкомпонентные. Перед применением в их состав вводится отвердитель. Краски последней четвертой группы содержат в качестве связующего фотополимеризующую композицию.

Разнообразные машины, применяемые для трафаретной печати, условно можно классифицировать по следующим признакам:

- по виду запечатываемого материала – на машины листовые, рулонные и для печатания на объемных изделиях;
- по красочности – на машины одно-, двух- и многокрасочные;
- по схеме построения печатного устройства – на машины тигельные, плоскочечатные и ротационные;
- по назначению – на машины универсальные (для печатания на бумаге, картоне, пленках, объемных изделиях) и специализированные на выпуске определенной продукции (например, для печатания на тканях или объемных цилиндрических изделиях);
- по степени автоматизации – на ручные приспособления, машины с ручным управлением, полуавтоматы и автоматы.

Для печатания полиграфической продукции наибольшее распространение получили листовые однокрасочные и реже многокрасочные машины, отличающиеся от машин других способов печати, прежде всего исполнением печатных устройств, которые могут быть тигельными, плоскочечатными и ротационными.

В тигельном печатном устройстве (рис. 11.2, а) трафаретная форма 1 неподвижно располагается над запечатываемым материалом 2, закрепляемым обычно вакуумом на опорной поверхности 3 стола (талера). В процессе печатания ракель 4 с краскопитателем 5 совершают по сити формы возвратно-поступательные рабочие и холостые ходы. При рабочем ходе краска под давлением ракеля продавливается через открытые ячейки формы на запечатываемый материал. При этом сито прогибается под ракелем, создавая полосу контакта с поверхностью материала, а затем за счет упругости отходит от нее, разрывая красочный слой на границах пробельных участков.

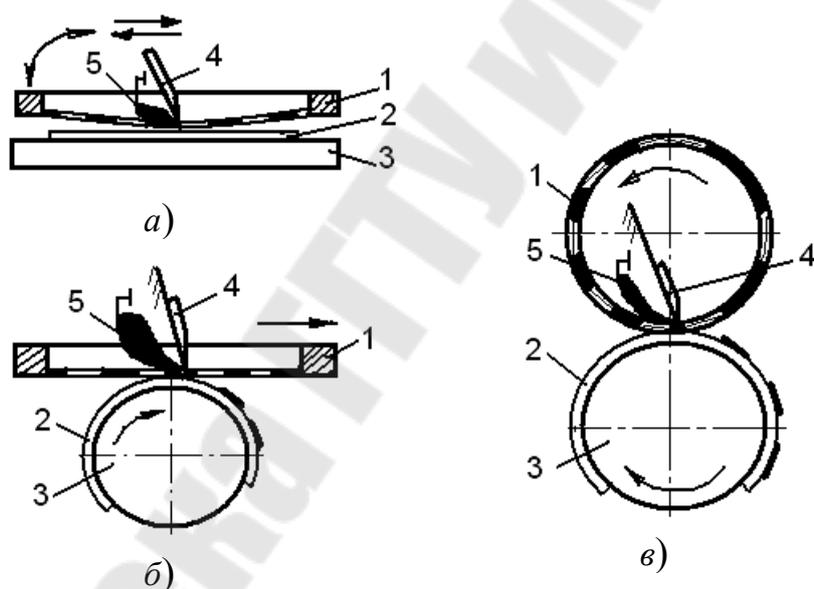


Рис. 11.2. Схемы печатных устройств машин трафаретной печати

В результате краска, находящаяся в ячейках сита, переходит на запечатываемый материал, и закрепляется за счет адгезии на его поверхности. Выполняются тигельные машины с поворотной или вертикально поднимающейся печатной формой. Преимуществом последних является удобство в обслуживании, а именно: подача и сьем листов, а также смывка печатной формы. Однако эти машины занимают несколько большую площадь, из-за выдвигающегося печатного стола и дороже в цене.

Плоскопечатные устройства машин (рис. 11.2, б) также содержат плоскую трафаретную печатную форму 1, а опорной поверхностью для запечатываемого материала 2 у них является цилиндр 3. В процессе печатания, выполняя рабочие и холостые хода, форма 1 совершает возвратно-поступательные движения синхронно с вращением цилиндра 3, а ракель 4 с краскопитателем 5 остаются при этом на одном постоянном месте. Такие устройства используются для листовой и рулонной печати, а также применяются на машинах, печатающих непосредственно на цилиндрических изделиях, при этом запечатываемое изделие устанавливается вместо цилиндра 3, выполняя одновременно и функцию опорной поверхности.

У ротационных устройств (рис. 11.2, в) как печатная форма 1, так и опорная поверхность 3, проводящая запечатываемый материал 2, – цилиндрические. Ракель 4 с краскопитателем 5 размещаются при этом стационарно в полом цилиндре, поверхностью которого является сетчатая печатная форма 1, изготовленная по особой технологии. Такая схема часто применяется в печатных секциях трафаретных рулонных машин, работающих в составе линий совместно с секциями других видов рулонной печати. Одной из разновидностей машин, построенных по этой схеме, являются «ризографы».

Современные трафаретные печатные машины-автоматы оснащаются: пневматическими самонакладами, листовыводящими и приемными устройствами или лентопротяжными механизмами; конвективной (температура сушки до 100 °С), инфракрасной (до 200 °С) или ультрафиолетовой туннельной сушилкой, а также электронными средствами автоматизации подготовительных операций и печатного процесса. Формат трафаретных листовых машин может быть до 200 x 300 см и более. Производительность тигельных печатных автоматов составляет около 2000 оттисков в час, плоскопечатных автоматов – 3500–4500 оттисков в час, а рулонные секции работают со скоростью 100 м/мин и более. Для нанесения печати на крупногабаритную тару (бочки, канистры, ящики, барабаны) применяют преимущественно трафаретные полуавтоматические машины, оснащенные туннельными сушильными камерами. Для декорирования потребительской выдувной и литевой пластмассовой тары вместимостью до 2 дм<sup>3</sup> применяются автоматические линии производительностью от 3000 до 6000 оттисков

в час, содержащие загрузочное устройство, устройство предварительной обработки и подготовки поверхности тары, печатные секции, транспортеры, элеваторную или туннельную сушилку. Принцип агрегатирования и универсальности, положенный в основу их конструкции, позволяет объединять отдельные устройства и печатные секции в поточные автоматические линии, выполняющие печать последовательно в несколько красок на изделиях различных типоразмеров и формы. При нанесении последовательно нескольких красок на цилиндрическую или коническую тару на ее доньшке должна выполняться специальная метка в виде выступа или впадины, обеспечивающая автоматическое позиционирование тары при проводке через печатные секции.

Перед печатанием тиража выполняются в принципе те же подготовительные операции, что и в других классических способах печати, но с некоторыми особенностями. Для получения хорошего качества печати необходимо обеспечить оптимальный зазор между формой и запечатываемой поверхностью, постоянное и равномерное давление ракеля по всей длине хода печатной формы, постоянную скорость печатания, надежную фиксацию запечатываемого материала на опорной поверхности машины и оптимальный режим сушки оттисков, обеспечивающий качественное закрепление краски.

Существенные недостатки трафаретной печати заключаются в меньшей графической точности воспроизведения изображения относительно классических (плоской, высокой, глубокой) способов печати, более длительном закреплении оттисков, малом числе наносимых красок при многокрасочной печати, а также в возможности декорирования только выпуклых и плоских поверхностей. Однако благодаря возможности печатания на самых разнообразных материалах и изделиях, получению изображений ярких и насыщенных цветов, а также невысокой стоимости и относительной простоте технологии формного процесса, трафаретная печать широко применяется в различных отраслях народного хозяйства, в том числе и упаковочном производстве для декорирования тары, этикеток и другой упаковочной продукции.

## 12. ТАМПОПЕЧАТЬ

*Тампопечать* – способ печати, в котором красочное изображение с печатной формы забирается, переносится и наносится на запечатываемую поверхность эластичным тампоном (грушей).

Применяется тампопечать для нанесения изображений в одну или несколько красок на потребительскую тару и другие малогабаритные изделия со сложнопрофильными, вогнутыми и ступенчатыми поверхностями, а также впадинами и значительными отклонениями размеров, например, на ручки, зажигалки, пепельницы, кружки, значки, пробки, канцелярские принадлежности, флаконы для парфюмерной продукции и многие другие изделия.

Печатание этим способом осуществляется обычно с форм глубокой печати, однако в некоторых вариантах могут применяться и формы плоской или высокой печати. В процессе печатания на поверхность формы глубокой печати 1 (рис. 12.1) с помощью щетки 2 наносится печатная краска, подаваемая из ванны 3, а ее излишки удаляются ракелем 5, перемещающимся на каретке 4 вслед за щеткой 2. Далее тампон 6 (груша) перемещается кареткой 7 и, накладываясь на форму 1, забирает на себя находящуюся в ее ячейках краску, а затем возвращается в исходное положение и, прижимаясь к запечатываемой поверхности изделия 8, уложенного на подставке 9, наносит красочное изображение на его поверхность. Выполняется тампон (груша) обычно из силиконовой резины или композиции на основе желатины и может раздуваться воздухом до необходимых размеров.

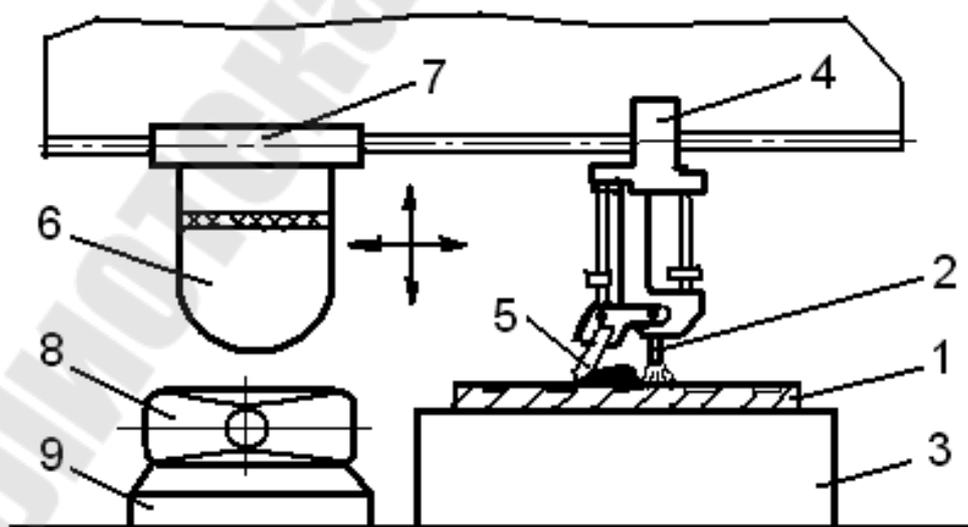


Рис. 12.1. Схема машины тампопечати

Технология изготовления печатных форм для тампопечати такая же, как и при изготовлении форм для глубокой печати. Для изготовления печатных форм предпочтительны штриховые оригиналы с лиניатурным растром не более 40 лин/см; шрифты не менее 5-го кегля на позитиве и 7-го кегля на негативе. Многокрасочные изображения наносятся на тару последовательно в 2–6 красок. При этом, в отличие от трафаретной печати, не требуется промежуточная сушка, так как толщина наносимого красочного слоя составляет 5–10 мкм. Приводка и перекрытие красок обеспечивается в пределах 1–3 мм. Печать выполняется высоковязкими красками.

Выпускаемые для тампопечати машины работают с производительностью от 400 до 2100 оттисков в час и обеспечивают (в зависимости от модели) декорирование изделий с размерами в плане до 200 x 400 мм или с максимальным диаметром от 40 до 280 мм. В частности, известной фирмой «ВИНОН» (WINON Industrial Co.,Ltd.) выпускаются полуавтоматические станки, обеспечивающие нанесение на изделия тампопечатью изображений, содержащих от одного до шести цветов. Станки выполняются с микропроцессорной системой управления и пневматическими приводами исполнительных механизмов, обеспечивающими плавную и точную настройку параметров печати. Предметный стол станков имеет удобные микрометрические регулировки. Машины тампопечати могут также встраиваться в производственные поточные автоматизированные линии и в их составе наносить печатать одновременно на несколько малогабаритных изделий. В частности, имеются специализированные машины, оформляющие по параллельной схеме тампопечатью до 30 тысяч укупорочных колпачков в час.

Достоинства этого способа печати заключаются в возможности нанесения изображений практически на любых поверхностях, простой технологии печати и относительно простом в настройке и эксплуатации оборудовании.

### 13. ТЕРМОПЕЧАТЬ

*Термопечать* – способ печати, в котором электрические информационные сигналы посредством теплового воздействия преобразуются в видимые изображения на бумаге или аналогичном носителе.

История развития термопечати охватывает короткий промежуток времени с начала 1970-х годов, когда американскими фирмами было создано первое термопечатающее устройство Silent-700, а также были опубликованы сведения о применении термопечати в периферийных устройствах ЭВМ японскими фирмами.

Различают физические и химические методы термопечати.

При физических методах термопечати образование изображения на носителе информации происходит путем расплавления непрозрачного или шероховатого термочувствительного слоя либо путем расплавления и переноса красящего вещества с промежуточного носителя на основной.

При химических методах термопечати образование изображения на носителе информации происходит путем локального изменения его цвета в результате протекания химической реакции, инициируемой теплом.

Термопечать на основе *физического эффекта оплавления* (рис. 13.1, а) производится на бумажном носителе 1, покрытом темным подслоем 2 и светлым непрозрачным легкоплавким слоем 3. В процессе печатания, при точечном нагревании нагревательным элементом 4 термопечатающей матрицы 5 легкоплавкого слоя 3, последний оплавляется, становится прозрачным и через образовавшееся точечное окно 6 в этом месте становится видимым темный подслой 2. В результате перемещения нагревательного элемента и бумажного носителя в соответствии с управляющей программой, на поверхности последнего формируется комбинация проплавленных точек 6, в совокупности образующих воспроизводимое изображение.

Этим способом можно формировать изображения и на предварительно матированной микронеровностями поверхности пластмассы (рис. 13.1, б). При этом микронеровности 1 на шероховатой поверхности оплавляются нагревательным элементом 2 термопечатающей матрицы 3 и превращаются в гладкие точки 4, отражательная способность которых резко возрастает, обеспечивая требуемую контрастность формируемого изображения.

Термопечатью можно получать не только видимые, но и магнитные изображения. Процесс образования магнитного изображения

на бумаге или другом носителе (рис. 13.1, в) заключается в том, что магнитный слой 1, находящийся на основе 2, термочувствительной ленты под действием тепла нагревательного элемента 3 размягчается или даже расплавляется и прилипает в виде фрагмента 4 к контактирующему холодному носителю 5. Далее, в процессе печатания, из таких фрагментов на поверхности, например, бумажного листа, формируется магнитное изображение, распознаваемое устройством, считывающим магнитную информацию. Магнитный слой 1 состоит из ферромагнитного порошка, равномерно распределенного в пленке воска или подобного ему термопластичного связующего вещества с точкой плавления в диапазоне от 50 до 120 °С. Этим методом можно изготавливать магнитораспознаваемые этикетки, бирки, шильдики, пропуски, а также записывать дискретную информацию.

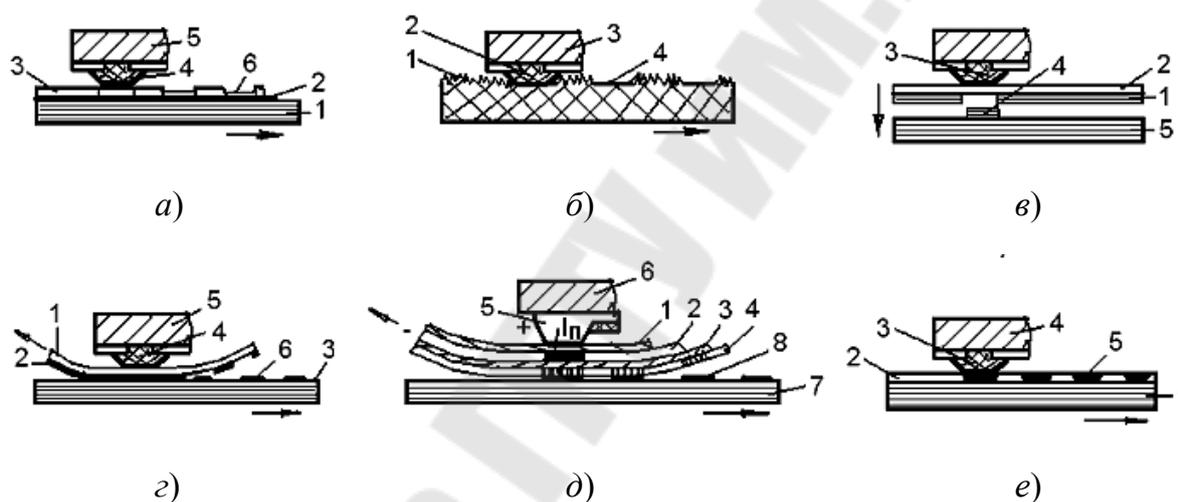


Рис. 13.1. Схемы физических и химических методов термопечати

Печать через промежуточную термочувствительную ленту 1 (рис. 13.1, г) заключается в том, что нанесенное на нее красящее вещество 2 в холодном состоянии не окрашивает прижатую поверхность бумаги 3, однако при точечном нагреве ленты 1 нагревательным элементом 4 термопечатающей матрицы 5 – красящее вещество 2 расплавляется в точке нагрева и переходит на контактирующую поверхность листа 3 в виде оттиска 6. Последовательным же нанесением таких точек воспроизводится на запечатываемом листе заданное изображение. Основой термочувствительной красящей ленты служит либо текстильный материал, пропитанный воскообразной термочувствительной краской, либо синтетическая пленка, на которую нанесен тонкий слой термочувствительного красящего вещества. При печата-

нии через соответствующие разноцветные ленты этим методом можно получить на бумаге черные, красные, зеленые и другие цветные отпечатки. Главное достоинство этого метода заключается в использовании обычной бумаги, но при этом необходимо иметь запас кассет с разноцветными термочувствительными красящими лентами. Недостаток этого метода проявляется в увеличении инерционности процесса печати, в связи с введением между термопечатающим элементом и бумагой промежуточного элемента, – термочувствительной ленты с красящим веществом.

Данный недостаток устраняется при применении красящей ленты со сложной слоистой структурой и резистивными свойствами (рис. 13.1, д). Такая лента при толщине около 90 мкм состоит из следующих четырех слоев: слоя проводящего поликарбоната с углеродным наполнителем 1; алюминиевого слоя 2 – общего проводника; резистивного слоя 3 и слоя специального красителя 4. Такое исполнение ленты позволяет значительно упростить конструкцию печатающей матрицы, в которой вместо резистивного нагревательного элемента достаточно наличия только токопроводящих электродов. В процессе печатания, при прохождении импульса тока с электрода 5 термопечатающей матрицы 6 на алюминиевый слой 2 через резистивный 3, последний нагревается и под ним из красящего слоя 4 ленты выделяются микрокапельки краски, переходящие на бумагу 7 в виде оттисков 8. Выделение тепла в резистивном слое ленты, расположенном непосредственно над красящим слоем, ускоряет его нагрев и позволяет значительно повысить быстродействие термопечатающих устройств. Этим методом достигается скорость термопечатания до 450 знаков в секунду при скорости движения бумаги 1,02 м/с.

Печать через промежуточную термочувствительную ленту называется *термотрансферной печатью* и осуществляется в термопечатающих устройствах конструктивно похожих на пишущую машинку.

*Химический метод термопечати*, основанный на эффекте изменения цвета вещества при протекании химической реакции инициируемой теплом, получил в настоящее время наибольшее распространение. Для этого разработан ряд химических веществ, которые при нагревании из бесцветных превращаются в черные, синие, красные и другие цвета. На основе этих веществ (рис. 13.1, е) выпускается термохимическая бумага 1, покрытая слоем 2 термочувствительного химсоединения. В процессе печатания термочувствительный слой 2 бумаги находится в непосредственном контакте с нагревательным

элементом 3 термопечатающей матрицы 4 и под воздействием тепловых импульсов в нем протекает химическая реакция, изменяющая цвет слоя в точке нагрева 5. В результате последовательного нанесения таких точек по заданной программе на поверхности листа проявляется печатаемое изображение. Достоинства этого метода заключаются в простоте процесса и незначительном налипании остатков бумаги и термочувствительного слоя на поверхность нагревательного элемента и матрицы в целом. К недостаткам можно отнести значительное истирание поверхности нагревательного элемента от взаимодействия с поверхностью бумаги.

По способу вывода информации термопечатающие устройства подразделяются на последовательные и параллельные.

В последовательных термопечатающих устройствах информация выводится и печатается построчно в результате последовательного перемещения (сканирования) термопечатающей матрицы вдоль строк.

В параллельных термопечатающих устройствах информация печатается матрицей одновременно по всей ширине листа по элементам строки или сразу полными строками.

По виду выводимой информации термопечатающие устройства подразделяются на:

- самопишущие приборы с тепловым пером, которые относятся к наиболее простым и дешевым устройствам;
- цифровые устройства, печатающие информацию, состоящую только из арабских цифр;
- штрих-кодовые устройства, печатающие информацию, закодированную в штриховых кодах;
- алфавитно-цифровые принтеры, печатающие информацию, состоящую из букв русского и (или) латинского алфавита, арабских цифр и некоторых служебных символов;
- принтеры-плоттеры, печатающие текстовую и графическую информацию;
- факсимильные принтеры, печатающие практически любую информацию, включая рисунки и иероглифы; в них содержатся микропроцессоры, блоки памяти большой емкости, а также наиболее дорогие и сложные термопечатающие матрицы с самой высокой разрешающей способностью.

Все приведенные классы термопечатающих устройств имеют как обобщенную схему построения, так и присущие им конструктив-

ные особенности. Упрощенная обобщенная структурная схема этих устройств приведена на рис. 13.2 и включает в себя:

- термопечатающую матрицу (ТПМ), обеспечивающую воспроизведение информации;
- лентопротяжный механизм (ЛПМ), обеспечивающий перемещение бумаги или промежуточной термочувствительной ленты и бумаги; иногда входящим в него считается и механизм для перемещения сканирующей термопечатающей матрицы;
- электронная схема с блоками преобразования и запоминания информации;
- блок питания;
- различные сервисные устройства и эргономические приспособления.



Рис. 13.2. Обобщенная структурная схема термопечатающих устройств

Технические характеристики термопечатающих устройств определяются такими основными факторами, как: применяемый способ печати, свойства применяемой термохимической бумаги и промежуточной термочувствительной ленты, параметры термопечатающей матрицы, возможности электронной схемы управления и конструктивным исполнением в целом. Определяющая роль в формировании этих характеристик отводится термопечатающей матрице, являющейся ключевым звеном устройства. Сервисные параметры: вид интерфейса, набор символов, их конфигурация, способы развертывания информации (слева направо, сверху вниз), габаритные размеры и масса определяются уровнем электронной схемы, управляющей устройством.

**Термопечатающая матрица (ТПМ)** – это изделие электронной техники, обеспечивающее локализованное воздействие повышенной температуры на термочувствительный носитель путем преобразования электрической энергии в тепловую. В общем виде она состоит из подложки, теплоизолирующих и защитных слоев, термопечатающих и коммутационных элементов, датчика температуры, резистора-подогревателя, теплоотвода и печатной платы с разъемом или плоским ленточным соединительным кабелем и разъемом. Функциональные возможности матриц определяются главным образом количеством, конфигурацией, схемой расположения и конструктивным исполнением входящих в нее термопечатающих элементов.

**Термопечатающий элемент (ТПЭ)** – это элемент термопечатающей матрицы, преобразующий электрическую энергию в тепловую на активном сопротивлении ( $p$ - $n$  переходе или светодиоде) и оказывающий непосредственное воздействие на термочувствительный носитель. По конструктивно-технологическим признакам различают полупроводниковые, тонкопленочные, толстопленочные и комбинированные термопечатающие элементы. В частности, наиболее распространенные тонкопленочные термопечатающие элементы (рис. 13.3, *а*) состоят из ситалловой подложки 1; резистивного слоя 2, выполненного из металлосилицидного сплава X27K50TM; алюминиевого проводника 3 толщиной 2–2,5 мкм; а также износостойких элементов 4 и 5, выполненных из монооксида кремния. Наряду с размещением элементов на плоскости подложки, тонкопленочные термопечатающие элементы 3 (рис. 13.3, *б*) могут располагаться на торце подложки 1 и присоединяться к источнику питания проводниками 2, проходящими по плоскостям подложки. Простейшие толстопленочные термопечатающие элементы (рис. 13.3, *в*) получают формированием непосредственно на керамической подложке 1 проводникового 2 и резистивного 3 слоев, а также нанесением на проводники защитного слоя 4.

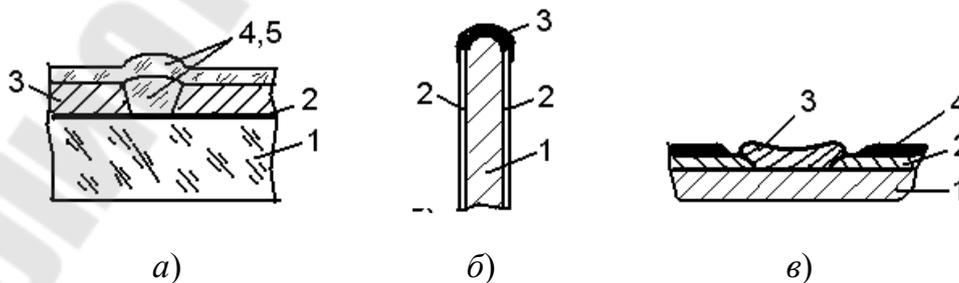


Рис. 13.3. Конструктивные исполнения термопечатающих элементов

Формируют точечные резистивные элементы либо трафаретной печатью, либо нанесением единой линии с последующим ее разделением на отдельные элементы, например лазерным лучом. Выпускаются матрицы и с другими разнообразными конструктивными исполнениями термонагревательных элементов.

**Термочувствительные носители информации** (термобумага, матированная пластмасса, промежуточные ленты с магнитными и красящими слоями) классифицируются по назначению, способу образования отпечатка и другим характерным свойствам.

В частности, термочувствительные промежуточные красящие ленты подразделяются на ленты одноцветные и многоцветные, однократного и многократного применения. В лентах однократного применения локально нагреваемый участок красящего слоя с основы ленты полностью переходит на бумагу и остается на ней в виде фрагмента отпечатка. Такие ленты просты в изготовлении и благодаря очень тонкой и прочной полимерной основе могут быть компактно упакованы в рулоны. Например, красящие ленты однократного применения марок TCR: F60006, дающая черный отпечаток, и F60013, дающая красный отпечаток, при их ширине 25,4 мм и длине 150 м, упаковываются на катушках диаметром 60 мм. В многоцветных лентах термочувствительные материалы разных цветов наносятся на основу узкими продольными полосами (дорожками). Выбор необходимого цвета отпечатка осуществляется механической установкой соответствующей дорожки ленты под термопечатающим элементом матрицы. Термочувствительные ленты многократного применения аналогичны общеизвестным лентам для пишущих машинок и состоят из тонкого носителя, покрытого слоем красящего вещества, плавящегося при температуре около 100 °С. При печатании красящий слой расплавляется и частично переходит с основы на бумагу, образуя отпечаток. После расплавления и остывания свойства этого красящего вещества практически не изменяются, и поэтому такая лента может использоваться многократно. Производятся промежуточные ленты на прозрачной основе («пленка термочувствительная ТЧ»), с прозрачной трехслойной структурой, для репродукции изображений и другие.

Термобумага впервые была разработана с использованием эффекта расплавления тонкого слоя непрозрачного легкоплавкого веще-

ства, нанесенного на темный, обычно черный подслоя, покрывающий основу из обычной бумаги. Простейшей является бумага с шероховатым термочувствительным слоем на основе парафина. Неплохое качество печати обеспечивает термочувствительный слой белого цвета на основе стеарата цинка и связующего вещества – поливинилбутирала. Отечественной промышленностью выпускается одноцветная термобумага с легкоплавким слоем марки ТБ-1 под названием «лента диаграммная для регистрирующих приборов с тепловой записью». Термобумаги этого вида имеют ограниченное применение, из-за загрязнения остатками легкоплавкого слоя поверхности термопечатающей матрицы, а также из-за того, что при хранении и обращении легкоплавкий слой легко повреждается.

Лучшими свойствами обладает термохимическая бумага, чувствительный слой которой меняет свой цвет в результате протекания химической реакции, инициируемой теплом. Выпускаются термохимические бумаги одноцветными, двухцветными и многоцветными с различными механизмами протекания химических реакций.

Одноцветные термохимические бумаги бывают с покрытиями на основе соединений металлов и на основе красителей. В первых покрытиях при тепловом воздействии плавится и диссоциирует металлическая соль жирной кислоты, а затем свободные ионы металла взаимодействуют с оксифенолом или карбидом. Например, термочувствительный слой на основе стеарата железа и оксифенола (связующее – поливинилбутираль) при нагреве темнеет в результате образования темноокрашенного комплекса при взаимодействии освобожденных ионов железа с оксифенолом. Механизм окрашивания бесцветных красителей в термочувствительном слое изучен еще недостаточно, но предполагается, что осуществляется следующим образом: краситель адсорбируется кристаллической структурой, например, кислото фенольного соединения и на участке нехватки электронов происходит их перераспределение и разрыв лактонового кольца с образованием окрашенной хиноидной структуры. Красителями в бумагах с таким механизмом окрашивания служат кристаллический лактон, соединения флуорана, лактама и ряд других соединений, иногда обозначаемых термином «лейкосоединения». Они и определяют цвет получаемого отпечатка: синий, черный, красный. Проявителем служат

фенольные соединения и органические кислоты. Иногда бумага имеет комбинированное покрытие, включающее лейкосоединения, органическую кислоту и вещества с фенольными свойствами. Известна термохимическая бумага на основе бесцветного или слабоокрашенного флуорана, проявляемого при нагревании кислотой, и на основе лактона, проявляемого веществом с фенольными свойствами. Термобумаги на основе лейкосоединений или соединений фенольного типа, с целью придания им водостойкости, повышенной чувствительности, меньшей шероховатости и улучшенного внешнего вида, модифицируют введением в состав термочувствительного слоя диальдегидо-крахмала, кумарина, казеина, глутарового альдегида, ацетиленового спирта или гликоля, фенилгидразидного производного карбоновой кислоты, высшего алифатического амида и диметилфталата, а также ряда других органических соединений. Бумагу модифицируют также нанесением на поверхность термочувствительного слоя защитной пленки, состоящей более чем на 50 % из минерального пигмента, порошка целлюлозы или мелкодисперсного порошка стекла, или тонкого слоя смолы, отверждаемой ультрафиолетовым светом. Отечественная промышленность выпускает три типа одноцветной термохимической бумаги: ТХБ; ТХБ-46 и ТХБ-Ч.

Двухцветная термохимическая бумага сложна по структуре, составу и технологии изготовления, а также требует для термопечатающей матрицы систему управления более высокого уровня. Наиболее простая двухцветная бумага содержит два термочувствительных слоя, нанесенных один на другой. Причем температура, необходимая для окрашивания нижнего слоя, требуется выше, чем для окрашивания верхнего. В процессе печатания, при нагревании бумаги до температуры первого уровня, на ней образуется отпечаток в верхнем слое, например, красного цвета. Если же температуру нагрева увеличить до более высокого второго уровня, то в результате реакции окрашивается и нижний термочувствительный слой, например в фиолетовый цвет. В результате же смешения цветов верхнего и нижнего слоев на поверхности бумаги появится отпечаток пурпурного цвета. Известны двухцветные бумаги и более сложной структуры, например трехслойной. Двухцветная бумага может быть и однослойной, но состав этого термочувствительного слоя подбирается таким образом, чтобы хими-

ческая реакция во втором цветообразующем веществе могла произойти только тогда, когда на него действуют продукты реакции цветообразования первого вещества, разложившиеся от воздействия более высокой температуры.

Многоцветная термохимическая бумага состоит из нескольких термочувствительных слоев с различными температурами цветообразования, причем нижний слой состоит из вещества с самой низкой температурой цветообразования, а верхний слой – с самой высокой. Такая бумага сложна в изготовлении, имеет относительно высокую стоимость и широко не применяется.

Термопечать находит широкое применение в принтерах, работающих от мини- и микроЭВМ, в измерительных и регистрирующих приборах, телеграфных аппаратах (факсах), кассовых аппаратах и бортовых приборах. В упаковочном производстве термопечать широко применяется для изготовления самоклеящихся бумажных этикеток, этикеток на текстильных лентах, бирок и ярлыков, для печати штриховых кодов и другой информации. Для этого промышленностью выпускаются разнообразные *термопринтеры* штриховых кодов; этикеточные принтеры, печатающие на различных расходных материалах (бумаге, текстиле, картонных бирках, ярлыках) со скоростью до 254 мм/с; промышленные принтер-диспенсеры и принтер-аппликаторы, а также другое технологическое оборудование с устройствами термопечати. Например, специализированный этикеточный термопринтер модели «PUMA» характеризуется следующими показателями:

- тип печати ..... термо и термотрансферный;
- печатающая головка ..... Near Edge со встроенной системой контроля температуры;
- разрешающая способность ..... 12 dots/mm (300 dpi);
- шрифты ..... 17 стандартных, 2 векторных;
- скорость печати ..... 100–300 мм/с;
- ширина печати ..... 106,6 мм;
- ширина этикетки ..... 25,4–113 мм;
- режим экономии карбона ..... есть;
- опции ..... нож, намоточное устройство, расширение памяти, устройство цветной печати.

## 14. ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА ПЕЧАТИ

В настоящее время многие научно-технические, творческие и производственные задачи оперативно решаются специалистами с помощью быстро совершенствующихся мощных электронно-вычислительных машин (ЭВМ), персональных компьютеров (ПЭВМ), а также разнообразной другой электронной техники. В частности, для вывода информации, находящейся в электронном виде, с ПЭВМ на листовые и рулонные носители (бумагу, фольгу, пленку) широко применяются разнообразные электронные принтеры, принтер-копиры и дубликаторы (ризографы), обеспечивающие воспроизведение и тиражирование как текстовой, так и графической информации. В зависимости от функциональных возможностей эти устройства подразделяются на дорогие, доступные достаточно крупным предприятиям и фирмам, и более дешевые, предназначенные для скоростной высококачественной печати в малых офисах и домашних условиях.

**Принтером** называется электронное печатающее устройство, предназначенное для вывода с ПЭВМ на листовые и рулонные носители текстовой и графической информации.

**Принтер-копиры** совмещают в себе функции принтера и копировального устройства, которое вначале сканирует изображение с носителя в память, а затем воспроизводит его соответствующим способом печати на листовом или рулонном носителе.

**Дубликаторы** (ризографы) предназначены для печатания больших тиражей (от 50 до 10 тысяч экземпляров) с одного экземпляра. Некоторые дубликаторы могут подключаться к компьютеру также как и принтеры.

По способу печати все эти устройства можно разделить на контактные и бесконтактные.

Большинство способов, относящихся к первой группе (электрофотография, ионография, магнитография, элкография) имеют сходную схему процесса печати, включающую следующие основные стадии: формирование скрытого (латентного) изображения на воспринимающей поверхности (рецепторе); проявление изображения; прямой или косвенный (через промежуточную поверхность) перенос изображения на запечатываемый материал; закрепление изображения на запечатываемом материале; подготовка рецептора к новому циклу. Различия между ними заключаются в способах формирования скрытого изображения, принципах его проявления, технологических режимах и т. д.

Ко второй группе относятся устройства, работающие на принципе бесконтактной струйной печати.

**Струйная печать** – способ печати, в котором изображение из микропроцессорного устройства (ПЭВМ) в цифровом виде подается на печатающее устройство (принтер) и наносится им непосредственно на запечатываемую поверхность путем набрызгивания на нее по заданной программе мельчайших капель маловязкой краски.

В свою очередь по способу формирования и вывода информации все эти устройства подразделяются на последовательные, строчные и страничные. В последовательных аппаратах информация формируется и выводится печатающим элементом на носитель символ за символом, в строчных – полной строкой, а в страничных – сразу на всю страницу.

#### **14.1. Электрофотографические копирующие аппараты**

Из первой группы наиболее широкое распространение получила ксерографическая печать, построенная на принципе электрофотографии. Изобретение классического электрофотографического процесса связывают с именем американского инженера Честера Карлсона (Chester Carlson), подавшего в 1938 г. заявку и получившего в ноябре 1940 г. патент на изобретение ксерографического (лат. xeros – сухой и graphos – писать) способа печати. Американская фирма «Haloïd (Халлоид)» в 1947 г. купила это изобретение для разработки копирующих аппаратов и организовала их производство в 1950 г.. Затем в 1957 г. фирма «Haloïd» передала производство этих аппаратов своей дочерней компании «Rank Xerox» (Великобритания), которая выпускает их и до настоящего времени.

Основывается электрофотографическая печать на способности некоторых полупроводников уменьшать свое удельное сопротивление под действием света. Такие полупроводники называются фотопроводниками и используются для изготовления фоторецептора. Для изготовления фоторецептора обычно применяются селен и его соединения, либо органические соединения, которые наносятся на алюминиевый полый цилиндр или на бесконечную ленту. Ленточные фоторецепторы применяются, как правило, в высокоскоростных печатных аппаратах.

Селеновый фоторецептор состоит из верхнего «ловушечного слоя», представляющего собой естественную оксидную пленку,

уменьшающую скорость темновой утечки заряда. Далее под этим слоем располагается фотопроводящий слой, алюминиевая оксидная пленка и подложка.

В верхнем слое органического фоторецептора осуществляется перенос заряда; под ним располагается слой, в котором генерируется заряд, а еще ниже находится тонкая оксидная пленка, предотвращающая утечку заряда в алюминиевую подложку.

**Процесс электрофотографической печати** включает зарядку фоторецептора, передачу изображения (экспонирование), проявление изображения, его перенос на запечатываемый материал, отделение запечатанного материала от фоторецептора, закрепление печати и очистку фоторецептора. В связи с этим печатный модуль электрофотографического копировального аппарата включает в себя (рис. 14.1) фотоцилиндр 1 (или бесконечное полотно), покрытые фоторецептором; устройство зарядки 2 (коротрон); устройство экспонирования 3; устройство 4 проявления скрытого изображения, содержащее в контейнере с тонером магнитный вал 5 и ракельный нож 6; устройство 7 переноса изображения на запечатываемый материал 8; устройство 9 закрепления печати (фьюзер), содержащее нагревательный вал 10 и прижимной вал 11; устройство 12 предочистки; устройство 13 очистки фотоцилиндра и контейнер 14 для остатков обработавшего тонера.

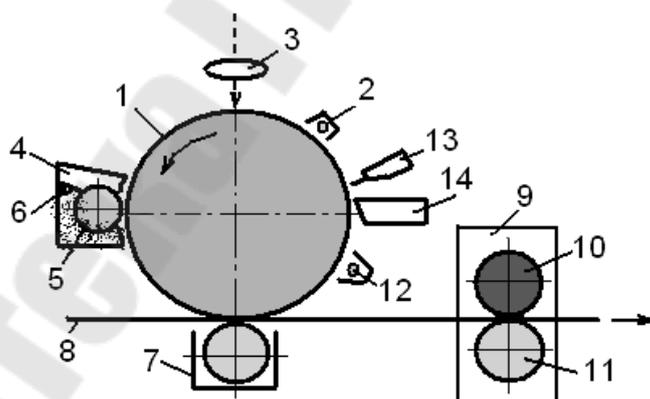


Рис. 14.1. Схема печатного модуля электрофотографического копировального аппарата

**Зарядка** – это процесс нанесения равномерного электрического заряда определенной величины на поверхность фоторецептора цилиндра 1 при помощи зарядного устройства 2 (каротрона, скоротрона или дикоротрона). Обычный коротрон представляет собой тонкую

проволоку из устойчивого к окислению металла, натянутую на металлическом экране параллельно цилиндру. При зарядке с помощью высоковольтного блока на коротрон подается высокий потенциал и между ним и фоторецептором образуется разность потенциалов в несколько киловольт, что вызывает в зазоре ударную ионизацию воздуха (коронный разряд) и образующиеся ионы накапливаются на поверхности фоторецептора. При этом часть электронов с заземленной подложки стекает на землю и в материале подложки вблизи границы с фотопроводником возникает избыточный заряд, противоположный заряду на поверхности фоторецептора. Коротрон служит также источником характерного запаха озона, исходящего от копировального аппарата во время работы. При использовании хороших фильтров и их своевременной замене этот запах не ощущается. В качестве зарядного устройства применяются также скоротроны или дикоротроны. Скоротрон – зарядное устройство, обеспечивающее более равномерный заряд на поверхности фоторецептора. В нем вместе с проволокой используется сетка, на которую также подается напряжение. Дикоротрон позволяет еще более точно регулировать величину заряда. Он состоит из двух активных элементов: коронода и экрана. При этом на коронод подается переменное напряжение порядка 5–6 КВ, а на экран – постоянное в 1–3 КВ. В результате положительные ионы перемещаются от коронода к экрану, а отрицательные – к фоторецептору.

**При передаче изображения** на заряженный фоторецептор (экспонировании), копируемый оригинал освещают мощным источником света, и изображение с него через систему зеркал проецируют на поверхность синхронно вращающегося фотоцилиндра. При этом освещенные участки фоторецептора теряют свой потенциал, и на нем остается изображение оригинала в виде заряженных участков.

По способу формирования изображения копировальные аппараты выполняются:

- с подвижным столом, перемещающим оригинал относительно источника света;
- с неподвижным столом – относительно стола перемещается каретка с лампой и системой проецирующих зеркал (как в сканерах);
- с неподвижным столом и лампой-вспышкой, освещающей сразу весь оригинал.

На широкоформатных копировальных аппаратах производится протяжка оригинала относительно стекла экспонирования и источника света.

**Проявление** – это процесс формирования изображения на фоторецепторе с помощью тонера, представляющего собой мелкодисперсный порошок, частицы которого размером 5–7 мкм состоят: при однокомпонентном проявлении – из смеси магнитного материала, полимера и красителя; а при двухкомпонентном проявлении – из полимера и красителя. Для черного тонера в качестве красителя обычно применяется сажа.

В процессе однокомпонентного проявления тонер, находящийся в бункере устройства 4, притягивается к вращающемуся магнитному валу 5 и равномерным слоем покрывает его поверхность. На выходе из бункера вал 5 проходит под ракельным ножом 6, который удаляет с его поверхности излишки тонера и в результате трения придает оставшимся частицам электростатический заряд, противоположный по знаку заряду фоторецептора. При дальнейшем вращении вал соприкасается с поверхностью синхронно вращающегося фотоцилиндра 1 и частицы тонера, имеющие заряд, противоположный заряду фоторецептора, притягиваются и переходят на поверхность его заряженных участков, а не перешедшие частицы возвращаются валом обратно в бункер. Перенос тонера на слабозаряженные участки фоторецептора предотвращается подачей на магнитный вал переменного напряжения смещения с постоянной составляющей, которая по знаку соответствует заряду фоторецептора. При этом, в периоды действия на магнитный вал напряжения, противоположного заряду фоторецептора, тонер будет переноситься на поверхность заряженных участков фоторецептора, а в периоды действия напряжения, совпадающего с зарядом фоторецептора, тонер с его слабозаряженных участков будет возвращаться обратно на магнитный вал. Регулировка качества копий осуществляется изменением постоянной составляющей напряжения смещения.

При двухкомпонентном проявлении тонер в бункере устройства 4 смешивается с носителем (девелопером) – мелкими шариками из магнитного материала, покрытыми полимером. В процессе трения между собой (трибоэлектризации) частицы тонера и носителя приобретают различные заряды, за счет которых тонер притягивается к носителям и равномерным слоем покрывает их поверхность. Носители в свою очередь притягиваются к поверхности вращающегося магнитного вала 5 и покрывают ее равномерным слоем, толщина которого регулируется ракельным ножом 6. Далее вал, покрытый носителем с тонером, соприкасается с поверхностью синхронно вращающегося фотоцилиндра 1 и частицы тонера, имеющие заряд, противополож-

ный заряду фоторецептора, притягиваются и переходят на поверхность его заряженных участков. Затем носитель с остатками тонера возвращается валом обратно в бункер, смешивается там с новой порцией тонера и, налипая на магнитный вал, переносит и отдает его фоторецептору. Таким образом, сам носитель в процессе проявления изображения не расходуется, однако при длительной работе от постоянного трения теряет полимерное покрытие и соответственно способность притягивать тонер. По этой причине носитель (девелопер) в устройстве 4 должен периодически обновляться. Следует отметить, что при однокомпонентном проявлении стоимость тонера выше, а при двухкомпонентном проявлении носители приводят к более интенсивному износу фоторецептора.

**Перенос изображения** с фоторецептора на запечатываемый материал (бумагу) производится перемещением листа 8 между вращающимися фотоцилиндром 1 и зарядным валиком устройства 7 переноса изображения, сообщаящим бумаге заряд, соответствующий заряду фоторецептора, но большего потенциала. В результате на бумаге создается более высокая электростатическая сила притяжения и под ее воздействием лист притягивается к фотоцилиндру зарядом противоположного знака в его подложке, а соприкасающиеся частицы тонера отделяются от фоторецептора и переносятся на бумагу. Однако некоторая часть тонера после этого все же остается и на поверхности фоторецептора. Для улучшения условий переноса и уменьшения расхода тонера в некоторых аппаратах применяется предварительное ослабление заряда фоторецептора подсветкой, либо подачей на зарядный валик переноса переменного напряжения.

**Отделение листа** бумаги 8 от фотоцилиндра 1 производится как механическим, так и электрическим способами. Механическое отделение производится с помощью пальцев, примыкающих к фотоцилиндру, или отделяющим ремешком, установленным у края фотоцилиндра. При перемещении кромка листа скользит по пальцам или ремешку, и этим механическим воздействием лист отделяется от фоторецептора. Электрическое отделение бумаги от фоторецептора осуществляется с помощью коротрона отделения, на который подается переменное напряжение, генерирующее положительные и отрицательные ионы, часть из которых ослабляет силу притяжения бумаги к фоторецептору, а вторая часть – обеспечивает прилипание тонера к бумаге. Электрическое отделение обычно применяется совместно с механическим.

**Закреплением** повышается сцепление нанесенного тонера с поверхностью бумаги или других носителей. Наиболее распространенным является термомеханическое закрепление, которое производится в устройстве 9 (фьюзере), содержащем нагревательный вал 10 и обрезиненный прижимной вал 11. Нагревательный вал выполняется обычно из тефлоновой трубки с кварцевой лампой внутри или керамического термоэлемента с фторопластовым пленочным покрытием. Температура вала может быть постоянной или устанавливаться в трех режимах, обеспечивающих низкий, средний и высокий нагрев, соответствующие тонкой, стандартной и плотной бумаге. При прохождении листа 8 между валами 10 и 11 фьюзера, тонер нагревательным валом 10 расплавляется и от давления прижимного вала 11 скрепляется с поверхностью бумаги. Чтобы расплавленный тонер не налипал на нагревательный вал, в большинстве аппаратов он смазывается силиконовым маслом. При этом остатки тонера и других загрязнений удаляются с вала специальным полотенцем. Смазка нагревательного вала не требуется в случае применения химически выращенного полимеризованного тонера, так как в состав каждой красящей его частички диаметром от 3 мкм внедрена крупинка воска, выполняющая при расплавлении эту роль.

**Очистка** заключается в удалении с поверхности фотоцилиндра 1 остаточного заряда и остатков тонера, после переноса изображения на запечатываемый материал (бумагу или другие носители). Удаление остаточного заряда производится путем засветки фоторецептора или с помощью коротрона 12, на который подается напряжение, противоположное по знаку заряду фоторецептора. Затем оставшиеся частицы тонера и другие загрязнения удаляются с фоторецептора ракельным ножом 13, который находится в непосредственном контакте с его поверхностью. Продукты очистки (тонер, пыль, ворсинки бумаги и другие частички) при этом направляются в контейнер 14. Повторно использовать скопившийся в контейнере тонер не рекомендуется, так как его частички могут быть слипшимися между собой и загрязненными. Остатки тонера с поверхности фотоцилиндра могут удаляться и мягкой щеткой, присоединенной к системе их вакуумной откачки и доставки в контейнер 14.

В печатных модулях больших электрофотографических копировальных аппаратов после израсходования эксплуатационного ресурса тонер, фоторецептор, девелопер, ракельный нож, коротрон меняются раздельно. В малых принтерах и копиях все эти части объединяются в один картридж (так называемый супер-картридж). В части аппара-

тов такой картридж разделяют на два: копи-картридж, содержащий фоторецептор с системой его очистки и зарядки, и тонер-картридж, состоящий из магнитного вала и контейнера с тонером. Все такие картриджи имеют определенный срок службы и после его окончания по правилам эксплуатации должны заменяться новыми.

## 14.2. Лазерные и светодиодные электрофотографические принтеры

Принцип действия *лазерного принтера* отличается от работы копировального аппарата тем, что источником света здесь служит полупроводниковый лазер 1, генерирующий тонкий световой луч 2 (рис. 14.2), который, отражаясь от быстро вращающейся (порядка 7–15 тысяч оборотов в минуту) зеркальной призмы 3, через фокусирующие линзы 4 и 5, а также отражающее зеркало 6 направляется на поверхность фотоцилиндра 7, покрытую фоторецептором. В процессе записи изображения на фоторецепторе лазерный луч, отражаясь от поворачивающихся граней зеркальной призмы, прочерчивает каждый раз вдоль образующей фотоцилиндра прямую линию от начала до конца фоторецептора. При этом после каждого линейного перемещения луча фотоцилиндр от специального прецизионного шагового двигателя поворачивается на угол, обеспечивающий нанесение на его поверхность следующей строки. Это смещение определяется разрешающей способностью принтера и может достигать  $1/480$  см ( $1/1200$  дюйма). Чем больше граней и выше скорость вращения зеркальной призмы, тем быстрее записывается информация на фотоцилиндр и выполняется печать.

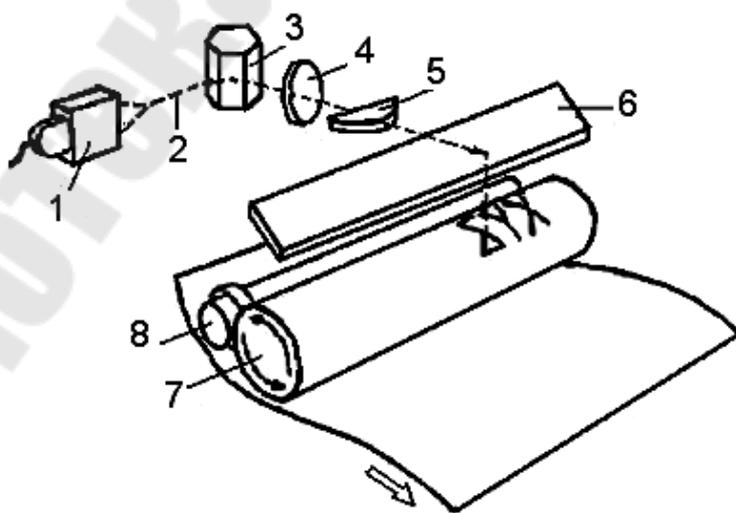


Рис. 14.2. Схема модуля лазерной записи информации

Перед проецированием изображения поверхность фоторецептора заряжается равномерным электрическим зарядом того же знака, что и частички тонера. Построчной записью информации на фоторецептор управляет электронная система (процессор) путем включения луча в местах наличия изображения и его выключения в пробельных зонах. При этом участки на поверхности фоторецептора, засвеченные лазерным лучом, теряют свой заряд, и в них проявляется потенциал подложки противоположного знака. Этот этап работы во многом напоминает построение изображения на экране монитора (растрирование). В процессе проявления изображения тонер с магнитного вала 8 притягивается на засвеченные участки фоторецептора, имеющие противоположный заряд, и прилипает к ним, а затем переносится на запечатываемый материал (бумагу) и закрепляется на ее поверхности таким же образом, как и в копировальных аппаратах. Для повышения скорости записи информации некоторые принтеры оснащаются двумя параллельно работающими лазерами. Диапазон скоростей у одноцветных лазерных принтеров достаточно широкий и составляет от 10 до 50 страниц формата А4 в минуту.

В **светодиодных принтерах** вместо лазерного модуля применяется панель 1 (рис. 14.3), содержащая решетку из мельчайших светодиодов, лучи 2 которых засвечивают поверхность фотоцилиндра 3 через фокусирующую линзу 4, включаясь и выключаясь в комбинациях, задаваемых электронной системой управления (процессором). При этом изображение всей строки формируется на фоторецепторе одновременно и проявляется путем перехода на засвеченные участки тонера с магнитного вала 5, также как и в лазерных принтерах.

Эти принтеры, в сравнении с лазерными, имеют более простое конструктивное исполнение, так как в данном случае не требуется сложная оптико-механическая система из вращающихся зеркал и линз, для перемещения луча. Они более компактны, а также должны быть и более надежными в работе. Ведь недаром фирмы-производители дают на светодиодные панели этих принтеров пожизненную гарантию. На практике большей популярностью пользуются пока лазерные принтеры, работающие быстрее, однако светодиодные принтеры стоят значительно дешевле.

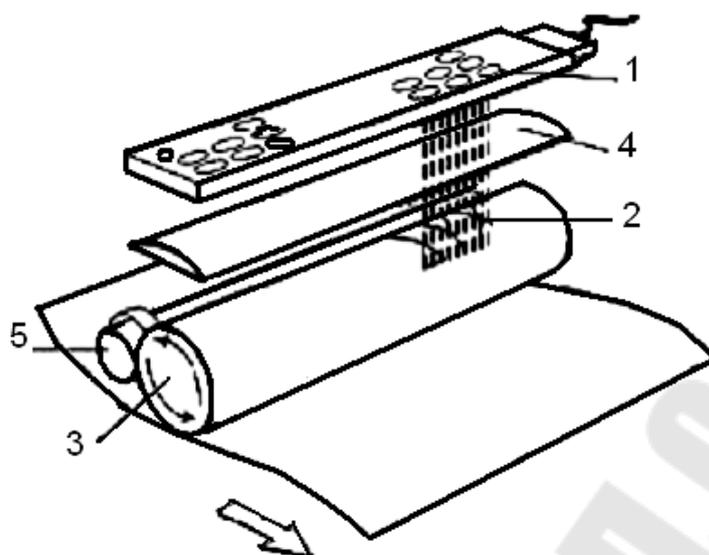


Рис. 14.3. Схема модуля светодиодной записи информации

**Цветные электрофотографические принтеры и копировальные аппараты** могут иметь как одно-, так и многомодульную схему построения печатного устройства. При этом тонер каждого цвета хранится в отдельном бункере с собственным магнитным валом и носителем (девелопером). В процессе печатания на листовой или рулонный материал (бумагу) наносится фотоцилиндром тонер различных цветов, и в результате их смешения формируется цветная копия, соответствующая оригиналу. Нанесение тонера обычно осуществляется по одной из двух схем: цветное изображение либо собирается на запечатываемом материале путем его многократного прогона через печатное устройство, либо формируется на фотоцилиндре (фотоленте) или промежуточном носителе и переносится на запечатываемый материал за один прогон. В листовых устройствах может быть использована любая из этих схем, а в рулонных только вторая. Многомодульная схема построения печатного устройства, обеспечивающего печатание многоцветной изобразительной продукции, характерна для дорогих и высокопроизводительных аппаратов. Высокая стоимость таких аппаратов обуславливается установкой до четырех печатных модулей, наличием более точного механизма проводки бумаги, фоторецептора другого состава, а также вала переноса изображения, у которого длина окружности равняется длине запечатываемого листа максимального формата. Кроме этого они оснащаются электронными устройствами, позволяющими выполнять замену цветов, усиливать и ослаблять отдельные цвета, регулировать яркость и насыщенность рисунка, масштабировать изображение, разбивать оригинал и печатать

тать на нескольких отдельных листах, которые затем склеиваются в плакат и т. д. Существуют также цветные электрофотографические принтер-копиры, совмещающие в себе функции принтера и копировального устройства. Они вначале сканируют изображение с носителя в память, а затем воспроизводят его на листовом или рулонном носителе.

### 14.3. Устройства бесконтактной струйной печати

При бесконтактной струйной печати изображение из микропроцессорного устройства (ПЭВМ) подается в цифровом виде на печатающее устройство (принтер) и наносится им непосредственно на запечатываемую поверхность путем набрызгивания на нее по заданной программе мельчайших капелек чернил (маловязкой краски), выбрасываемых из капиллярных сопел (канальных отверстий) печатающей головки. Печатающая головка у этих устройств перемещается обычно перпендикулярно направлению подачи запечатываемого материала. По принципу подачи чернил различают непрерывный и импульсные (дискретные) способы струйной печати.

В первых струйных печатающих устройствах применялся *непрерывный способ печати*, сущность которого заключается в том, что струя чернил, постоянно испускаемая из сопла печатающей головки, направляется либо на бумагу (для нанесения изображения), либо в специальный приемник, откуда чернила снова направляются в основной резервуар. Такая печатающая головка содержит основной резервуар 1 (рис. 14.4), из которого чернила микронасосом 2 подаются в камеру 3, в которой на стенке противоположной соплу 4 установлена диафрагма с пьезоэлектрическим элементом 5, вибрирующая под действием электрических импульсов, задаваемых генератором 6. Головка также содержит установленные соосно с соплом 4 заряжающий электрод 7, соединенный с генератором 8, отклоняющий электрод 9, соединенный с генератором изображения 10, и приемник 11, соединенный через накопительную 12 и дегазационную 13 камеры с основным резервуаром 1. В процессе печатания чернила из основного резервуара 1 микронасосом 2 подаются непрерывной струей в камеру 3, где импульсами переменного давления, создаваемыми вибрирующим элементом 5, разбиваются на капли и выбрасываются с ускорением через сопло 4. Далее струей 14 капли чернил пролетают через заряжающий электрод 7 и, получив там электрический заряд от генератора 8, движутся далее через отклоняющий электрод 9, на который генератором 10 подается высокое напряжение, изменяющее их траекто-

рию полета. Если высокое напряжение на отклоняющем электроде 9 отсутствует, то струя из заряженных капелек движется прямолинейно и попадает в приемник 11, из которого использованные чернила стекают в накопительную камеру 12, затем перетекают в дегазационную камеру 13 и, после удаления из них воздушных пузырьков, возвращаются обратно в основной резервуар 1. При подаче генератором 10 на электрод 9 импульсов высокого напряжения, струя 14 под воздействием создаваемого электрического поля изменяет свою траекторию, и ее чернильные капли пролетают над приемником и попадают на поверхность листа 15, формируя на ней соответствующее изображение. При этом угол отклонения траектории струи пропорционален напряжению управляющих импульсов.

Такая печать позволяет получать высококачественные изображения, в которых чернильные точки практически неразличимы. Выполняется она дорогостоящими электропроводящими чернилами, способными нести электрический заряд, а печатающая головка оснащается при этом конструктивно сложной системой рециркуляции неиспользованных капелек чернил. Кроме этого каплям чернил, вылетающим из сопла с производительностью от 50 до 150 тысяч в секунду, в камере должна придаваться высокая начальная скорость, обеспечивающая их полет к бумаге через два промежуточных электрода. В результате не достигается высокая скорость печати, оборудование имеет высокую стоимость, из-за сложного конструктивного исполнения, а эксплуатация его связана со значительными расходами, обусловленными сложностью обслуживания и высокой стоимостью чернил.

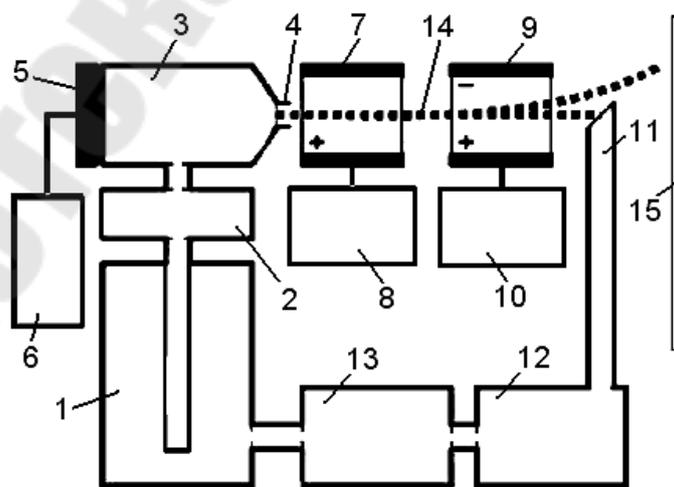


Рис. 14.4. Схема головки непрерывной струйной печати

При решении этих проблем были изобретены *импульсные (дискретные) способы струйной печати*, позволившие повысить производительность и упростить конструкцию устройств, а также снизить стоимость оборудования и уменьшить эксплуатационные расходы. Именно импульсные технологии способствовали широкому распространению струйной печати. Существует два способа реализации этой технологии печати: пьезоэлектрический и термоэлектрический (пузырьковый).

При *пьезоэлектрическом способе* импульсной струйной печати чернильные капли выбрасываются из сопла 1 (рис. 14.5, а) диафрагмой 2, установленной на противоположной стороне камеры и прогибающейся с пьезоэлектрическим диском 3 в результате подачи на него импульса напряжения по электроду 4. При этом объем камеры резко уменьшается, капля 6 выбрасывается из нее через сопло 1 и летит на поверхность запечатываемого материала. При снятии напряжения разгибающийся пьезоэлектрический диск 3 возвращает диафрагму 2 (рис. 14.5, б) в исходное положение, и по капиллярной трубке 5 камера заполняется новой порцией чернил из основного резервуара.

Применяемые сегодня многослойные микропьезоэлектрические головки стали не только значительно дешевле, но и позволяют достигать на специальной бумаге разрешающей способности до 720 точек на дюйм. При таком разрешении идеальный размер точки в наносимом изображении должен составлять 50–55 мкм.

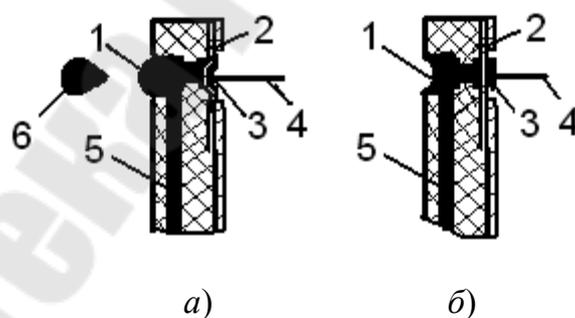


Рис. 14.5. Схема пьезоэлектрической импульсной струйной печати

При *термоэлектрическом (пузырьковом) способе* импульсной струйной печати головка имеет наиболее простое конструктивное исполнение. Сущность этого способа заключается в том, что в стенку канала каждого сопла встраивается микронагревательный элемент в виде тонкопленочного резистора. При подаче электрического импульса такой резистор нагревается за несколько микросекунд до тем-

пературы около 500 °С и отдает тепло, контактирующим с ним чернилам, которые мгновенно испаряются и образуют паровой пузырек, порождающий ударную волну, под избыточным давлением которой из сопла выстреливается капелька чернил. При отключении тока резистор также быстро охлаждается, пар пузырька конденсируется и он, уменьшаясь в объеме, исчезает. При этом в канале возникает разрежение, под действием которого из резервуара всасывается в него новая порция чернил.

Нагревательный элемент может располагаться в торце сопла, при этом подача чернил осуществляется из специального резервуара внутри головки, или в боковой стенке канала, по которому чернила текут по прямой. Боковое расположение элемента позволяет уменьшить размер головки, увеличить площадь нагревателя и, следовательно, сообщать выбрасываемой капельке большую кинетическую энергию. Это позволяет увеличить зазор между поверхностью листа и головкой, а, следовательно, использовать бумагу худшего качества. Конструкция современных пузырьковых головок допускает также применение для печати быстросохнущих чернил, капельки которых при попадании на бумагу мгновенно высыхают, не успевая впитаться в нее или растечься по поверхности. Чрезвычайно простая конструкция и высокая надежность работы позволили каналы сопел разместить гораздо плотнее друг к другу и отказаться от их дублирования на случай выхода из строя, обеспечив тем самым более высокое разрешение, уменьшение размеров и массы головки, а следовательно и ее стоимости.

Количество сопел (канальных отверстий) в различных моделях головок может варьироваться от 12 до 64, а максимальная разрешающая способность достигает 142 точек на сантиметр (360 точек на дюйм). В ряде моделей струйных принтеров печатающая головка и контейнер с чернилами объединяются в одном заменяемом картридже. Скорость струйной печати при высоком качестве составляет 2–3 страницы в минуту (около 200 знаков в секунду), а максимальные значения могут достигать семи страниц в минуту.

Главным достоинством струйной технологии является исключительная простота реализации многоцветной печати. При сохранении простоты конструкции печатных аппаратов и невысокой стоимости чернил струйная печать позволяет получать многоцветные изображения, практически не уступающие по качеству распечаткам на более сложных и дорогих многоцветных электрофотографических печатных

аппаратах и даже фотографиям. Благодаря именно ей цветная печать стала привычным явлением в деловых бумагах, а у малых фирм и даже частных лиц появилась возможность самостоятельно создавать на компьютерах и распечатывать на струйных принтерах многоцветную художественную, рекламную и другую продукцию. В классе многоцветных аппаратов наиболее широкое распространение получили четырехцветные принтеры импульсной струйной печати, которые полноцветные изображения воспроизводят чернилами голубого, пурпурного, желтого и черного цветов.

#### **14.4. Твердочернильные струйные принтеры**

*Твердочернильные струйные принтеры* или принтеры с изменяющейся фазой красителя позволяют получать цветную печать высочайшего качества, не уступающую фотографиям. Вместо жидких чернил в них используются восковые кубики 1 (рис. 14.6) четырех основных цветов (голубого, пурпурного, желтого и черного), которые вставляются в соответствующие каналы печатного устройства 2 и могут добавляться туда по мере использования даже во время печати. В этих каналах кубики постепенно расплавляются от нагревательных элементов 3 при температуре 90 °С и расплавленные красители стекают с них в отдельные резервуары 4, где нагревателями 5 подогреваются и поддерживаются в жидкой фазе. При печатании жидкие красители подаются насосами из резервуаров 4 в каналы печатающей головки 6. Там они дополнительно подогреваются нагревателями 7 для повышения текучести, и затем от управляющих импульсов, поступающих на пьезоэлементы, выбрасываются диафрагмами через сопла каналов на запечатываемый материал в виде мелких капель. При этом лист перемещается относительно печатающей головки, равной его ширине и содержащей отдельные блоки сопел для каждого красителя. Благодаря своей восковой основе капли наносимых красителей при контакте с поверхностью моментально застывают на ней и не впитываются в бумагу. После формирования изображения лист прогоняется между полированными валками, при этом нанесенные капли красителя расплющиваются ими и, заполняя промежутки, смешиваются друг с другом не только оптически, но и физически, улучшая тем самым цветопередачу.

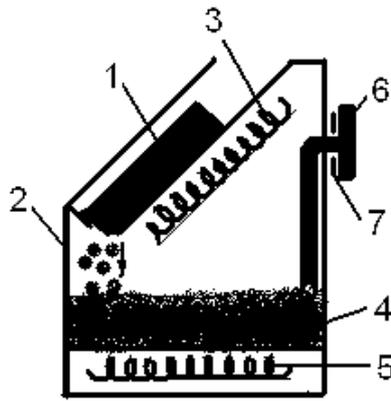


Рис. 14.6. Схема твердочернильного печатного устройства

В результате получаются изображения очень похожие на фотоснимок: глянцевые, оптически плотные, на которых невозможно выделить отдельные точки. Встречаются также модели шестицветных принтеров, обеспечивающих улучшенную цветопередачу и более точное воспроизведение мелких деталей изображения.

В таких принтерах применяются конструктивно сложные прецизионные печатные устройства и поэтому стоят они достаточно дорого. Во время перерывов в работе их рекомендуется переводить на спящий режим, поскольку при выключении напряжения сопла забиваются остывшим красителем. Применять эти принтеры целесообразно тогда, когда требуется очень точная цветопередача, в частности, для цветопроб в издательском деле или для изготовления высококачественной многоцветной печатной продукции небольшого формата, например, цифровых фотографий. Скорость печати составляет от 2 до 5 страниц в минуту и себестоимость копии значительная.

#### 14.5. Дубликаторы (ризографы)

Наиболее характерным представителем дубликаторов являются ризографы, впервые появившиеся на рынке полиграфического оборудования в 1980 г. Создателем этого оборудования считается фирма RISO Kagaku Corporation, которая была основана в 1946 г. в Японии для производства красителей. В процессе своего становления и дальнейшего развития эта фирма стала также первым в мире производителем современных дубликаторов, названных ризографами. После появления первых ризографов фирма продолжала интенсивно работать над их совершенствованием и уже в 1986 г. в конструкцию этих дубликаторов было введено принципиально новое техническое решение – электронно-цифровое изготовление печатной формы (мастер-пленки),

обеспечившее значительное улучшение качества печати. А после оснащения в 1988 г. ризографов компьютерным интерфейсом их пользователи получили возможность использовать эти устройства не только как отдельно стоящий дубликатор, но и как управляемый с компьютера сканер и высокоскоростной принтер. Кроме этого у пользователей появился доступ к разнообразным компьютерным программным средствам обработки текстовой информации и макетирования изданий. Выпускаемые этой фирмой с 1993 г. ризографы серии RA характеризуются в сравнении с предшественниками еще более совершенной электроникой, позволяющей получать первую копию через 17 секунд после старта, а также более высокой производительностью. В настоящее время ризографы продолжают совершенствоваться и находят широкое применение там, где требуется оперативное и высокопроизводительное тиражирование любой текстовой и изобразительной информации. Предельная простота работы, полная автоматизация допечатных процессов и экологическая чистота позволяют организовать на базе этих дубликаторов мини-типографию в любом учреждении.

Ризография является разновидностью трафаретной печати, основанной на современных методах электронно-цифрового представления информации и обработки изображения. Современный ризограф включает в себя компьютерный интерфейс, автоматизированные системы сканирования оригинала и изготовления трафаретной печатной формы (мастер-пленки), а также высокопроизводительное печатное устройство (рис. 14.7). В процессе работы тиражируемый оригинал 1 подается в сканер 2 ризографа, который считывает с него изображение и переводит в цифровую форму. При этом любое изображение считывается с носителя с разрешающей способностью до 240 x 240 точек на сантиметр (600 x 600 точек на дюйм) или может быть получено из компьютера через интерфейс (передача изображения из компьютера заменяет процесс сканирования, обеспечивая при этом максимальное качество его восприятия). Полученное оцифрованное изображение оригинала по желанию пользователя может быть откорректировано в ризографе программным образом в соответствии с командами о яркости печати, масштабировании и т. д. Затем информация в цифровом виде передается в устройство управления термоголовкой 3, которая в точном соответствии с оригиналом прожигает мельчайшие отверстия в пленке 4, поступающей с разматывающегося рулона 5. Пленка 4 – это специальный прозрачный материал, напоминающий

чертежную кальку и применяемый в ризографах для изготовления трафаретных печатных форм (мастер-пленок). Далее изготовленная трафаретная форма (мастер-пленка) 6 отрезается от полотна и автоматически натягивается на сетчатый печатный цилиндр 7, внутрь которого вставляется труба 8, заполненная типографской краской.

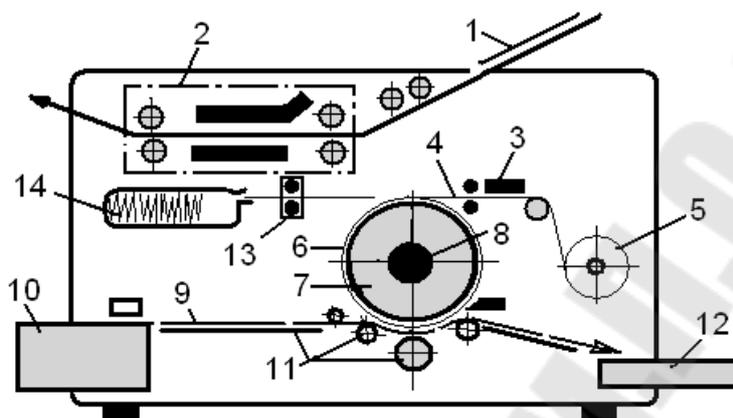


Рис. 14.7. Конструктивная схема ризографа

Затем в процессе печатания тиража листы бумаги 9 поштучно выдаются из стопы в бумагопитающем лотке (самонакладе) 10 и бумагопроводящим механизмом 11 перемещаются под вращающимся печатным цилиндром 7, в котором установлены датчики, контролирующие наличие краски и ее равномерное распределение по запечатываемой поверхности. В процессе синхронного перемещения листа 9 и вращающегося печатного цилиндра 7 краска равномерно продавливается через его сетчатую поверхность и отверстия, сделанные термоголовкой в мастер-пленке 6, и наносится на сопрягающуюся поверхность бумаги в виде адекватного изображения. Далее запечатанный лист выводится из печатного устройства и укладывается в стопу на приемном лотке 12. Весь процесс от начала сканирования оригинала до получения первого контрольного оттиска осуществляется в автоматическом режиме за 11–24 с. Далее в автоматическом режиме печатается заданный тираж с производительностью от 60 до 130 копий в минуту. При этом с одной мастер-пленки без потери качества можно отпечатать как минимум 4 тысячи копий с оригинала любой сложности. Практическая же эксплуатация ризографов показала, что с одной мастер-пленки (для несложного оригинала) можно получать до 16000 копий. После изготовления требуемого количества копий обработавшая мастер-пленка автоматически снимается с печатного цилиндра и механизмом 13 подается в накопительный контейнер 14 для

последующей утилизации. Затем в сканер 2 ризографа подается следующий оригинал, и процесс печатания повторяется.

Ризографы обеспечивают выполнение как одноцветной, так и многоцветной печати. Для многоцветной печати производятся типографские краски следующих пятнадцати цветов: черная, коричневая, желтая, двух зеленых оттенков, четырех оттенков красного цвета, трех синих оттенков, фиолетового, серого и белого цвета. Предусмотрена и секретная краска, видимая только в ультрафиолетовых лучах, очень полезная для печатания акций и других ценных бумаг. При выполнении многоцветной печати применяются сменные печатные цилиндры с цветоделенными мастер-пленками. Печать каждым новым цветом требует установки в ризограф соответствующего печатного цилиндра с цветоделенной мастер-пленкой и дополнительного листопргона. При этом за каждый отдельный листопргон на копию наносится через цветоделенную мастер-пленку только одна выделяемая краска. Реально на ризографах выполняется 3–4-х цветная печать, причем только на хорошей бумаге. Получать же качественные полноцветные изображения эти аппараты не позволяют, так как при нанесении большего количества красок значительно снижается качество копий. Одной тубы с краской хватает в среднем на 18000–36000 копий формата А4 (в зависимости от заполнения листа оригинала изображением). Гарантированный ресурс ризографа рассчитан на 8 млн копий.

Программными средствами в ризографах реализуются следующие функции: текстовый, растровый и фото (256 полутонов – для копирования фотографий и рисунков) режимы копирования; режим «2 в 1» (2 оригинала в 1 копию); усиление четкости изображения; устранение теней от кромок и разворота книги; предварительный выбор печати; режим памяти; конфиденциальный режим; режим пользователя; автоматическая печать; подключение к компьютеру через интерфейс и другие. При этом управляющая панель и дисплей ризографа имеют удобную и простую компоновку. Ризографы могут также оснащаться рядом дополнительных устройств, обеспечивающих повышение эффективности труда и автоматизацию производственного процесса. Для этого фирмой RISO поставляются следующие дополнительные комплектующие: устройство для автоматической подачи оригинала; разделитель тиражей; счетчик магнитных карт; раскатные цилиндры формата А3 и А4; дизайнерский планшет; лоток подачи бумаги на 3000 листов (64 г/м<sup>2</sup>); сортировщик со степлером; компьютерный интерфейс и другие.

Достоинства ризографов заключаются в простоте обращения с ними. С точки зрения пользователя, процесс тиражирования очень прост. Вы кладете оригинал в сканер, нажимаете кнопку «Старт» и через 17 секунд получаете контрольный оттиск, а далее печатаете весь необходимый тираж со скоростью 60–130 копий в минуту. Кроме этого ризографы крайне нетребовательны к качеству и толщине бумаги (можно использовать бумагу с плотностью от 35 до 210 г/м<sup>2</sup>). При тиражах более пятисот экземпляров они обеспечивают низкую себестоимость копий. Причиной того, что данные аппараты рационально применять для печатания достаточно больших тиражей, является относительно высокая стоимость мастер-пленки. Неоспоримые достоинства ризографов, такие как автоматическое определение наличия оригинала; возможность увеличения четкости изображения; наличие функции «2 в 1»; фото, текстовый и растровый режимы; устранение теней от кромок и разворота книги; высокая разрешающая способность сканера; равномерная подача краски, а также плавная укладка запечатанных листов обеспечивают получение высококачественных и почти не отличающихся от оригинала копий. А возможности дизайнерского планшета позволяют творчески оформлять оригиналы в соответствии с самым взыскательным вкусом. Путем последовательного нанесения красок на ризографах можно получить многоцветные копии. Интеграцией с компьютером и подключением различных комплектующих на основе ризографа можно построить современную цифровую издательскую систему высокого уровня.

К недостаткам можно отнести относительно высокую стоимость аппаратов; нецелесообразность их применения для печатания малых тиражей; невозможность получения качественных полноцветных изображений, а также необходимость смены барабанов и многократный листопрогон при многоцветной печати.

#### **14.6. Дополнительное оборудование для копировальных аппаратов и принтеров**

Дополнительное оборудование позволяет повысить производительность печатных работ, механизировать вспомогательные процессы и сделать их выполнение более удобными. В качестве такого оборудования применяются следующие устройства:

*Автоподатчики документов* – устанавливаются на крышке сканера копировального аппарата и обеспечивают подачу копируемых листов на стол сканирования без открытия крышки сканера, что

значительно ускоряет работу. Они могут работать как с односторонними, так и с двухсторонними документами.

**Дуплексы** – устройства для двухсторонней печати. Они содержат обводной тракт, в котором лист после запечатывания лицевой стороны автоматически разворачивается и подается на печать оборотной стороной. Для ускорения работы во время переворота в дуплексе первого листа может запечатываться лицевая сторона второго листа и т. д.

**Дополнительные лотки** или так называемые стекеры – устройства, позволяющие увеличить стопы запечатываемых листов в расходных и приемных магазинах печатных аппаратов.

**Устройства финишной обработки** – служат для послепечатной обработки документов. К ним относятся сортировщики, брошюровщики, дыроколы, степлеры (сшиватели), резаки и др.

#### 14.7. Некоторые другие специальные виды печати

Наряду с рассмотренными электронными способами печати существуют и совершенствуются некоторые другие, не получившие пока широкого распространения, например ионография, магнитография, элкография и т. д.

**Ионография** основывается на образовании скрытого изображения путем избирательного осаждения ионов на диэлектрике. Основными элементами такого печатного аппарата являются покрытый рецептором (диэлектриком) цилиндр 1 или лента (рис. 14.8), устройство записи 2, устройства проявления 3 и переноса 4 изображения на запечатываемый материал 5, устройство закрепления печати 6 и механизм 7 очистки поверхности рецептора.

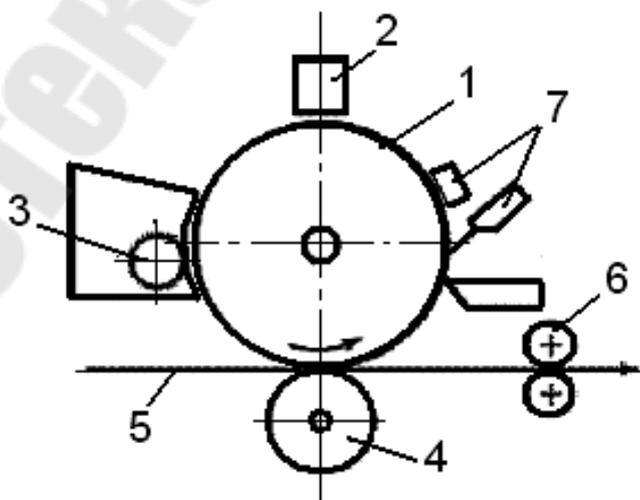


Рис. 14.8. Схема ионографического печатного устройства

Устройство 2 записи изображения представляет собой матрицу электродов, закрытую сетчатым экраном (экранирующим электродом) и расположенную около поверхности покрытого рецептором цилиндра 2 или ленты. При подаче напряжения на электрод в устройстве возникает коронный разряд и за счет разности потенциалов поток ионов направляется через экран, выполняющий функцию фокусирующего устройства, к рецептору. Таким образом, на поверхности рецептора формируется скрытое электростатическое изображение, которое затем проявляется однокомпонентным тонером. Перенос тонера на запечатываемый материал производится под давлением устройством 3, а закрепляется изображение в устройстве 6 путем термического нагрева или световым излучением. Для очистки рецептора от частиц тонера применяется ракельный нож 7 и специальный генератор, нейтрализующий остатки заряда.

Существующие ионографические устройства предназначены для одноцветной печати на листовых и рулонных материалах и отличаются простотой конструкции и достаточно высокой производительностью. Некоторые эксперты считают, что потенциал этой печати до конца не раскрыт, и она еще может о себе заявить.

**Магнитография** основывается на формировании скрытого изображения путем изменения намагниченности поверхности магнитного материала. В таких печатных устройствах скрытое изображение записывается на поверхности магнитного рецептора цилиндра линейкой электромагнитов, и после проявления однокомпонентным тонером переносится под давлением на бумагу с последующим закреплением изображения световым излучением. Остатки тонера удаляются с поверхности рецептора ракельным ножом, а последующая нейтрализация намагниченных участков осуществляется устройством стирания. Достоинства магнитографии заключаются в отсутствии дорогостоящих оптических устройств, высокой надежности механизмов, стабильности процесса печати, хорошем воспроизведении мелких штриховых элементов (например, микротекста). На рынке предлагается несколько моделей листовых и рулонных магнитографических печатных устройств. Скорость печати наиболее производительной модели – 120 м/мин, максимальное разрешение достигает 240 точек на сантиметр (600 dpi).

**Элкография** является новым цифровым способом глубокой печати, изобретенным в середине двадцатого века канадским химиком Андреем Кастенье. При этом способе печати разделение поверхности

печатной формы на печатающие и пробельные элементы осуществляется за счет изменения физических свойств печатной краски, нанесенной на поверхность цилиндра, под воздействием энергии экспонирующей головки. Основывается он на таком электрохимическом эффекте, как электрокоагуляция (electrocoagulation) – в процессе электролиза жидкая краска превращается в гель, и образовавшиеся частицы полимера осаждаются на одном из электродов (цилиндре), формируя красочный слой, толщина которого пропорциональна энергии воздействующего электрического импульса. Таким образом варьируется количество наносимой на различные участки цилиндра краски и соответственно путем изменения толщины красочного слоя на оттиске воспроизводятся полутоновые изображения также, как и в глубокой печати.

Печатный аппарат, работающий на этом принципе, включает в себя металлический цилиндр 1 (рис. 14.9), устройства кондиционирования 2, нанесения краски 3, записи 4, проявления 5 и переноса изображения 6, а также механизм 7 очистки поверхности цилиндра. При работе в устройстве кондиционирования 2 на поверхность цилиндра 1 наносится тонкий слой масла, обеспечивающего перенос изображения на бумагу и поглощение газов, выделяющихся при электролизе. Затем устройством 3 жидкая краска подается в зазор между цилиндром 1 и устройством 4 записи изображения. Эта краска представляет собой суспензию, состоящую из воды, полимерных частиц красителя и электролитических солей. Устройство 4 записи изображения содержит линейку электродов (катодов), помещенных в цилиндрический корпус. Подачей на них напряжения возбуждается процесс электролиза, при этом анодом служит металлический цилиндр. В процессе электролиза ионы поверхности цилиндра образуют связи с полимерными частицами краски, формируя, таким образом, элементы изображения, размеры которых зависят от продолжительности активации катода. Процесс проявления изображения заключается в удалении с поверхности цилиндра при помощи эластичного ракеля 5 лишней (не подвергшейся коагуляции) краски, которая перекачивается обратно в красочный резервуар и используется повторно. Процесс переноса изображения на запечатываемый материал 8 (бумагу) осуществляется под давлением, создаваемым полиуретановым валиком 6. В конце цикла остатки краски и масла смываются с поверхности цилиндра 1 в механизме 7 струей воды.

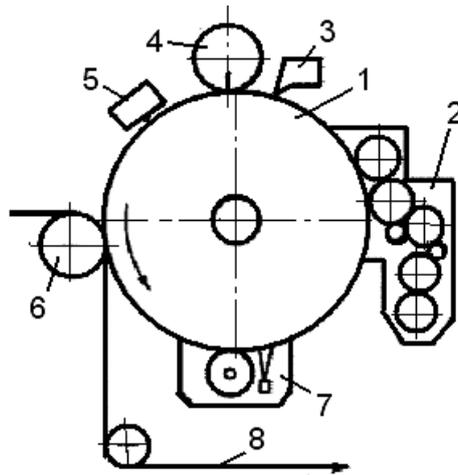


Рис. 14.9. Схема элкографического печатного устройства

Первая презентация элкографической цифровой печатающей машины состоялась на выставке NEXPO в Лас-Вегасе в 1996 г. Специальные краски на водной основе разрабатывались для нее фирмой Тоуо. В 2001 г. на рынке появились первые рулонные четырехкрасочные машины элкографической печати секционного построения модели ELCO 400, в которых скорость печати достигает 120 м/мин с разрешением 160 точек на сантиметр (400 dpi), а также воспроизводится до 256 градаций цветов в каждой точке. По утверждениям ее изобретателя Адриена Кестижера (Adrien Castegnier), элкография должна обеспечивать экологически чистую печать на традиционных материалах с фотографическим качеством. О том, что у элкографии хорошие перспективы убеждает высокая скорость печати и ее превосходное качество, обеспечиваемое за счет изменения толщины наносимого красочного слоя. Здесь все как в природе: толще слой – больше красящего вещества, соответственно и насыщеннее получаемый на оттиске цвет (тон).

## 15. ОТДЕЛКА ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Во многих случаях полиграфическая продукция после печатания подвергается дополнительной отделке, которая позволяет разнообразить ее оформление, улучшить эксплуатационные свойства, а также придать товару более привлекательный внешний вид. Наиболее часто отделка применяется для этикеточно-упаковочной продукции, книжно-журнальных обложек, репродукций картин, художественных открыток, грамот, почтовых марок, рекламных и других изданий. При

этом оттиски могут быть отпечатаны различными способами печати и на разнообразных печатных машинах.

Наиболее распространенными способами отделки полиграфической продукции являются такие, как лакирование оттисков, покрытие прозрачной полимерной пленкой, нанесение клеевого слоя, пластикация и парафинирование, печатание металлизированными красками, бронзирование оттисков, тиснение переводной фольгой, бескрасочное тиснение и перфорирование. Причем эти способы могут применяться как в отдельности, так и в различных сочетаниях друг с другом.

**Лакирование** – это процесс нанесения на поверхность оттисков лаковых композиций, которые в результате испарения растворителей образуют гладкие прозрачные пленки толщиной 20–40 мкм. Такие покрытия увеличивают механическую прочность, эластичность и водостойкость оттисков, повышают насыщенность изображений и защищают их от загрязнений. Применяемые для этого лаки должны обладать хорошей адгезией к бумаге и красочному слою, быть химически нейтральными к ним, не вызывать изменения цвета изображения оттиска и не изменять свои свойства под влиянием окружающей среды. Состав лака выбирается в соответствии со свойствами лакируемой продукции (вид бумаги, краски и т. д.), ее назначением и условиями эксплуатации.

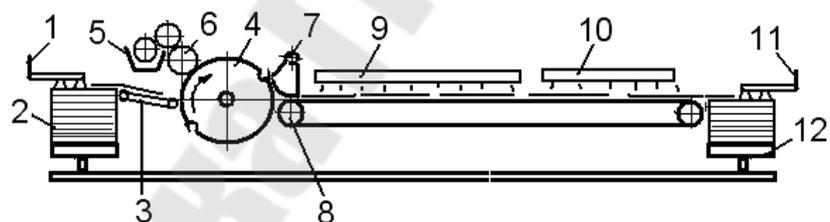


Рис. 15.1. Схема лакирования листовой печатной продукции

Лакируют оттиски на специальных автоматических машинах (рис. 15.1), в которых покрываемые листы с помощью пневматического самонаклада 1 подаются поштучно из стопы 2 на наклонный стол 3 и далее с него поступают на подающий цилиндр 4, проводящий их под лакононосящим устройством 5, накатным валиком 6 которого на всю поверхность оттиска наносится слой лака необходимой толщины. Затем оттиски устройством 7 снимаются с цилиндра 4 и выводятся на ленточный транспортер 8, которым перемещаются через сушильную камеру 9, зону 10 охлаждения потоками холодного воз-

духа и подаются к самонакладу 11, укладывающему их в стопу на приемном столе 12. Производительность лакировальных машин достигает трех тысяч листов в час и зависит, прежде всего, от состава лака и метода его сушки. Глянец лакированных оттисков можно увеличить их дополнительным каландрированием. При необходимости лакировать не всю поверхность оттисков, а лишь отдельные их элементы используют машины трафаретной печати. В них лак наносится на оттиск через сетчатую форму, печатающие элементы которой соответствуют лакируемым участкам оттисков. Лакировальные секции встраиваются также в машины многокрасочной печати между последней печатной секцией и листовыводящим устройством.

**Покрывание прозрачной полимерной пленкой** – это процесс создания на оттиске прозрачного полимерного покрытия за счет припрессовки готовых пленок (каширования), переноса на него термопластичного материала с основы или нанесения расплава полимера (ламинирования). Такие покрытия увеличивают механическую прочность и водостойкость оттисков и защищают их от загрязнений. Наибольшее применение получил способ припрессовки готовых пленок, которые соединяются с оттиском клеем, наносимым на пленку. Для этого применяются преимущественно лавсановые и полипропиленовые пленки толщиной около 20 мкм, обладающие необходимыми физико-химическими, механическими и оптическими свойствами. Припрессовка осуществляется на специализированных машинах (рис. 15.2), содержащих устройство размотки 1 рулона покровной пленки 2, клеенаносящее устройство 3, сушильную камеру 4, питатель 5 со стопую оттисков 6, самонаклад 7, транспортеры 8 и 9, расположенный между ними двухвалковый дублировочный каландр 10, направляющие валки 11 и устройство смотки рулона 12.

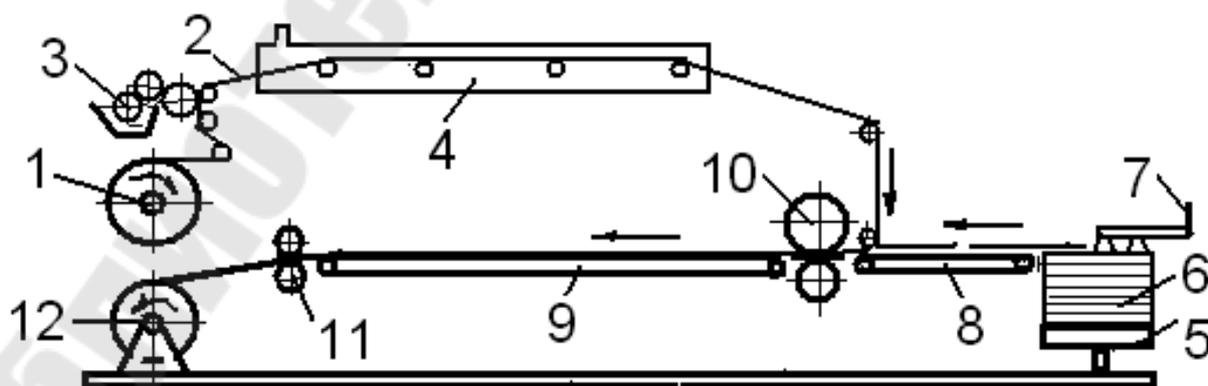


Рис. 15.2. Схема каширования листовой печатной продукции

В процессе работы этой машины непрерывно разматывающаяся с рулона 1 покровная пленка 2 от вращающегося валка клеенаносящего устройства 3 смазывается тонким слоем клея, подсушиваемого в камере 4, и через направляющие ролики подается в дублировочный каландр 10, накрывая сверху перемещающиеся синхронно друг за другом по транспортеру 8 оттиски 6, укладываемые самонакладом 7 из стопы в питателе 5. Здесь под действием давления и тепла, создаваемого вращающимися валками каландра, пленка прочно соединяется с оттисками и в виде непрерывной ленты перемещается далее транспортером 9 и, проходя через направляющие валки 11, сматывается в рулон 12. Затем кашированные оттиски отделяются друг от друга в специальном листорезательном автомате, который может также агрегатироваться с машиной для припрессовки пленки и работать с ней в едином технологическом ритме. Таким же образом на соответствующих машинах кашируется пленкой запечатанная или чистая рулонная бумага.

**Нанесение клеевого слоя** на обратную сторону оттисков (например, этикеток, почтовых марок) производится для последующего их наклеивания на соответствующие поверхности. При этом наносимая клеевая композиция может быть активирующей (увлажнением, нагреванием или иными способами) или постоянной липкости. Предварительно нанесенные и высушенные на поверхности оттисков клеевые пленки из водорастворимых природных или синтетических полимеров для восстановления клеящей способности активируются, например, увлажнением. Нанесенные термопластичные клеевые пленки соответственно активируются путем их расплавления нагревательным устройством по соединяемой поверхности или контуру. Клеевые композиции постоянной липкости выполняются обычно на основе водной дисперсии сополимера акрилового эфира. Они сохраняют свои высокие адгезионные свойства в течение не менее трех лет и характеризуются устойчивостью к воде, влиянию низких температур, воздействию ультрафиолетового излучения и других факторов. На печатной продукции клеевой слой постоянной липкости после нанесения покрывают бумагой с антиадгезионным силиконовым покрытием, которая легко отделяется перед наклеиванием оттиска. Клеевые пленки наносятся на поверхность флатовых и рулонных оттисков на машинах, аналогичных лакировальным.

**Пластификации и парафинированию** подвергаются, в частности, бумажные обертки, применяемые для упаковывания такой мел-

коштучной продукции, как кондитерские изделия (карамель, конфеты, ирис, шоколад, печенье, вафли, пастила), различные пищевые концентраты (каши, приправы), молочные продукты в брикетах (творог, масло, мороженое), чай в плитках, прессованные дрожжи, мясные и рыбные полуфабрикаты. Укупоривание такой бумажной оберточной упаковки осуществляется разнообразной скруткой ее концов, а также за счет остаточной деформации в перегибах материала и оплавлением нанесенного парафинового покрытия.

Пластификацией улучшается эластичность бумажных оберток. Выполняется она в соответствующем устройстве, устанавливаемом обычно на полиграфическом оборудовании после печатных секций, путем смачивания запечатанного бумажного полотна составом на основе глицерина и глюкозы.

Парафинирование заключается в пропитывании бумажного полотна составами на основе парафина, составляющими 25–50 % от массы бумажной основы. За счет этого повышается влагостойкость, механическая прочность и остаточная деформация материала, снижается жиропроницаемость бумаги, а также защищается нанесенное полиграфическое оформление. Производится парафинирование обычно на бумагорезательных машинах путем установки на них дополнительного устройства – парафинера. В результате этого процесс парафинирования совмещается с процессом обрезки кромок и продольной резки рулонного запечатанного материала на ленты, соответствующие поперечному размеру обертки. Парафин перед подачей в парафинер предварительно расплавляют в тигле с паровым обогревом при температуре 95–110 °С с добавлением в него вазелинового масла в количестве четырех процентов от объема парафина.

**Печатаем металлизированными красками** на оттисках получают изображения, имитирующие цвет благородных металлов. Печатаение производится на тех же полиграфических машинах, что и обычными красками, поэтому к отделочным процессам эту печать можно отнести условно. Для достижения наилучшего эффекта металлизации на бумаге с гладкой поверхностью вначале обычными красками печатается грунтовое изображение (желтого или серо-голубого цвета), а затем поверх него с тех же печатных форм производится печать металлизированными красками, содержащими мелкодисперсные порошки бронзы или алюминия. Этот способ имитации металлических покрытий технологически проще и гигиеничнее, чем бронзирование оттисков. Однако и эффект металлизации получается несколько

хуже из-за того, что частицы металлического порошка находятся не на поверхности красочного слоя, а по всему объему его связующего. Лакировать такие оттиски не рекомендуется.

**Бронзирование оттисков** – это процесс нанесения на отдельные участки изображения мелкодисперсного порошка бронзы или алюминия, имитирующего благородные металлы (золото или серебро). При этом способе после получения на бумаге основного печатного изображения поверх него способами высокой или плоской офсетной печати наносят грунтовое изображение подлежащих бронзированию элементов. Затем на поверхность не высохшего грунтового оттиска в избытке наносится металлизированный порошок и его частицы (величиной 20–60 мкм) прилипают к слою грунта. После высыхания оттиска избытки порошка удаляются с поверхности, а прилипшие частицы формируют на ней металлизированное изображение. Для увеличения яркости изображения и предохранения его от внешних воздействий бронзированные оттиски выполняют на хорошо проклеенной высокогладкой бумаге с сомкнутой поверхностью и затем лакируют. Производится бронзирование только механизированным способом в специальных машинах, которые работают автономно или агрегируются с полиграфическим оборудованием, например, машинной плоской офсетной печати, печатающей грунтовое изображение.

**Тиснение переводной фольгой** – это процесс переноса горячим клише при определенном давлении металлизированной пленки с промежуточной основы (переводной фольги) на оттиск. Применяется для отделки поздравительных открыток, грамот, переплетных крышек книг, этикеток, рекламных буклетов и другой печатной продукции, выполненной на достаточно плотной бумаге или картоне. Сущность и технология процесса приведены в разделе 21.2.

**Бескрасочное тиснение** – это процесс получения изображений за счет деформации запечатываемого материала (бумаги) под воздействием давления и тепла. Отделка печатной продукции производится рельефным тиснением, в результате которого изменяется фактура всей поверхности оттиска или выполняются рельефными только отдельные участки изображения. В первом случае процесс называют **гренированием** (придание поверхности зернистой структуры) и осуществляют обычно его в каландрах. Сущность процесса заключается в том, что запечатываемый материал пропускают между двумя соприкасающимися цилиндрами, на одном из которых выгравирован наносимый орнамент или рисунок, имитирующий, например, фактуру какого

либо материала (кожу, ткань), а второй прижимающий цилиндр покрыт декелем, выполненным из полиуретана или другого упругоэластичного материала. Такую отделку применяют, в частности, при изготовлении тисненых обоев, репродукций картин, рекламных буклетов и др.

Во втором случае процесс называют **рельефным (или конгревным) тиснением** и применяют его для оформления, например, переплетных крышек книг, папок, пластмассовой тары и других изделий. Сущность и технология этого процесса приведены в разделе 21.1.

**Перфорирование оттисков** – это нанесение на картонно-бумажный материал линий, состоящих из повторяющихся с заданным шагом сквозных просечек, прорезаемых в материале острыми зубьями, расположенными на режущей кромке перфорационной линейки или ролика. Такие линии наносят для разделения по ним отрывом оттисков на части. Перфорационные линии выполняются, например, на листах настенных календарей, почтовых марок и этикеток, а также оберточных материалах и другой печатной продукции. Такие линии наносят и на полиграфически оформленной упаковке (пакетах, коробках, пачках) там, где требуется прорвать материал для ее вскрытия. Перфорирование может производиться на полиграфических машинах одновременно с печатанием оттисков или на отдельном **штанцевальном оборудовании** одновременно с приданием оттискам необходимой геометрической формы.

**Штанцевание** (от нем. stanzen – штамповать) – высечка (вырубка) плоских деталей (разверток) из картонно-бумажных материалов с одновременным нанесением на них линий сгиба и других конструктивных элементов. Осуществляется на штанцевальном технологическом оборудовании, оснащенном плоскими или ротационными штанцами, содержащими соответственно на плоском или цилиндрическом основании определенный набор из высекательных, биговальных, рיצовочных и перфорационных линеек, фасонных пробойников и другого инструмента.

**Высечка** – разделение листовых неметаллических материалов главным образом по замкнутому наружному или по внутреннему (просечка) контуру.

**Бигование (биговка)** – продавливание биговальными линейками прямолинейных продольных и поперечных углублений (бигов) в местах последующей фальцовки (сгибания) по ним разверток из картона, толстой бумаги и переплетного материала.

**Рицевание** (от нем. ritzen – царапать) – надрезка картона по линии последующего сгиба рицовочными линейками.

**Фальцовка** – сгибание картонно-бумажных разверток в определенном порядке с фиксацией сгибов. В зависимости от взаимного расположения сгибов различают параллельную, перпендикулярную и комбинированную фальцовку. Выполняется фальцовка на фальцевально-сборочных машинах.

Процессы полиграфического оформления и штанцевания, штанцевания и фальцовки печатной продукции осуществляются соответственно на печатно-штанцевальных и штанцевально-фальцовочных автоматах, а в комплексе – на автоматизированных печатно-отделочных линиях.

## **16. ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

Продукция полиграфического производства необходима во всех областях общественной жизни, народном хозяйстве, культуре, науке, образовании. Она предназначена как для личного и общественного потребления (газеты, книги, журналы), так и для производства и обращения товарной продукции (бланки, техническая документация, этикетки, рекламные проспекты и т. д.). В зависимости от назначения печатную продукцию можно условно представить в виде следующих пяти групп:

1) издательская продукция, к которой относятся печатные средства информации, выпускаемые издательствами и издающими организациями (газеты, журналы, брошюры, книги и т. д.);

2) этикеточно-упаковочная продукция, применяемая для упаковки товаров, их доставки и реализации потребителям (этикетки, обертки, пакеты, ярлыки, инструкции по применению товара и т. д.);

3) производственно-деловая печатная продукция (бланки, тетради, блокноты, техническая и сопроводительная документация, должностные инструкции);

4) специальная продукция министерств и ведомств (бумажные деньги, почтовые марки, паспорта, удостоверения, ценные бумаги);

5) бытовая продукция, используемая для оформления помещений (обои, репродукции картин, настенные календари), мебели и интерьеров (оттиски с текстурой ценных пород дерева, переводные изображения, указатели и т. д.).

В полиграфическом производстве наибольшим удельным весом обладает издательская продукция, которая используется населением в виде личной (домашние собрания изданий) и общественной (библиотеки) собственности. В частности, для личного пользования населением приобретается около 75 % всей выпускаемой книжной продукции и примерно 90 % всех периодических изданий. Большие объемы печатной продукции производятся также для упаковывания (обертки, конверты), декоративно-информационного оформления (этикетки, контрэтикетки, кольеретки, ярлыки, инструкции по применению продукции), обращения (бланки сопроводительных и учетных документов) и рекламы (проспекты, буклеты, плакаты) товаров.

### **16.1. Характеристика массовой издательской продукции**

К массовым изданиям относятся книги, брошюры, журналы и газеты.

*Книгой* (от старослав. «къниги») – буквы, грамоты, письмо) считается непериодическое печатное издание объемом свыше 48 с., а *брошюрой* (от франц. brocher – сшивать) – издания объемом свыше 4, но не более 48 с.

*Журнал* (от франц. journal – газета) представляет собой один из видов периодических изданий, содержащих статьи и рефераты по различным вопросам, литературные произведения, изобразительный и другой материал. От книги журнал отличается периодичностью и оперативностью изготовления, более широкой тематикой и разнообразием содержания статей.

*Газета* – периодическое листовое издание, содержащее официальные материалы, оперативную информацию и статьи по актуальным общественно-политическим, научным, производственным и другим вопросам, а также литературные произведения, изобразительный материал и рекламу. Выпускаются газеты в строго установленные дни недели и время суток в сфальцованном виде объемом от 2 до 24 и более полос. Наиболее распространены четырех– и шестиполосные газеты.

Из массовых изданий полиграфической продукции наиболее трудоемкой в изготовлении является книга. Состоит книга из книжного блока, заключенного в переплетную крышку или обложку.

*Переплетные крышки и обложки* предохраняют книжный блок от повреждений и являются элементом художественного оформ-

ления книги, а также выполняют определенную информационную функцию.

**Крышки** изготавливаются из картона, технической ткани и других материалов и по конструктивному исполнению подразделяются на однодетальные, цельнокрытые и составные. Наиболее сложны в изготовлении составные крышки.

**Обложки** состоят из одной детали (лист бумаги, тонкий картон и др.) и реже из трех деталей. В последнем случае обложка называется составной с окантованным корешком – две сторонки соединены (склеены) корешком. В обложках обычно выпускаются книги, предназначенные для малого срока службы.

**Книжный блок** состоит из тетрадей или отдельных листов, скрепленных между собой в корешке. Внешними элементами блока являются корешок, форзац, каптал, корешковый материал, обрезы и ленточка-закладка.

**Корешок** – это одна из торцевых сторон блока, по которой скрепляются тетради или листы. В зависимости от вида оформления корешок может быть прямым, круглым и грибообразным.

**Форзацы** (нем. vorsatz) – это два четырехстраничных листка бумаги, один из которых прикрепляется к первой, а другой к последней тетрадам блока. Первый служит для соединения первого листа блока с передней сторонкой крышки, второй – для соединения последнего листа с задней сторонкой крышки. Кроме этого, форзац является элементом художественного оформления книги и закрывает оборотную сторону переплетной крышки. Форзацы могут быть различны по конструкции и оформлению.

**Каптал** служит для более прочного скрепления тетрадей в блоке, а также для украшения книги среднего и большого объема и представляет собой тканевую тесьму с утолщенным цветным краем, приклеенную к верхнему и нижнему краям обрезанного книжного блока.

**Корешковый материал** – марля или другой, заменяющий ее материал, находящийся на корешке блока и увеличивающий его прочность, а также скрепляющий блок с переплетной крышкой. Этот материал по ширине превышает толщину блока, при этом его выступающие края образуют клапаны, приклеиваемые к внутренним сторонам крышки. Для увеличения прочности на корешок наклеивается бумажная полоска.

**Обрезами** называются торцевые стороны (передняя, верхняя и нижняя) книжного блока. Передний обрез в зависимости от формы

корешка может быть прямым или вогнутым. Часто для улучшения художественного оформления книги и предупреждения загрязнения обрезы закрашивают.

*Ленточка-закладка*, облегчающая пользование книгой, представляет собой тесьму, один конец которой прикрепляется к верхней части корешка блока, а второй вводится внутрь блока и выходит за края нижнего обреза.

Внешние элементы блока изданий в обложке несколько проще блоков, предназначенных для переплетных крышек. В них нет таких элементов, как форзац, каптал, ленточка-закладка и редко применяется корешковый материал (без клапанов). Корешок блока имеет фальцованную или прямую форму. Блоки в изданиях до 80 страниц состоят из одной или нескольких тетрадей, вложенных одна в другую, при этом обложки при сшивании издания чаще всего скрепляются с блоком металлическими скобами. Блоки в более объемных изданиях комплектуются из тетрадей, накладываемых последовательно одна на другую, т. е. *подборкой*. В этом случае обложка прикрепляется (приклеивается) только к корешку блока или к корешку и частично к первой и последней страницам блока. Переплетные крышки с книжным блоком скрепляются приклеиванием к ним выступающих клапанов корешкового материала и одного листа форзаца.

## **16.2. Производство издательской продукции**

Выпуск печатной продукции – сложный и длительный процесс, включающий в себя разнообразные операции, в выполнении которых принимает участие широкий круг специалистов: авторы, редакторы, переводчики, рецензенты, корректоры, художники, инженеры, экономисты, ретушеры, фотографы, наборщики, печатники, брошюровщики, переплетчики и т. д. В частности, наиболее трудоемкими в производстве являются иллюстрированные книжные издания в переплетных крышках. Их производство включает в себя редакционно-издательский процесс, процесс полиграфического исполнения книги, а также брошюровочно-переплетные работы и подразделяется на следующие основные этапы:

*Заключение контракта* между заказчиком и издательством на изготовление определенного тиража и передача издательству рукописи книги с соответствующими иллюстрациями, отпечатанной на бумаге и, по возможности, выполненной в электронном виде.

**Редактирование** (от лат. redactus – приведение в порядок) авторского текстового оригинала (рукописи) книги – это творческая мыслительная работа редактора (обычно совместно с автором), направленная на улучшение литературной формы авторского оригинала с оценкой логики и последовательности изложения материала, достоверности фактических данных, точности определений и т. д. Редактор, при необходимости, вносит в оригинал исправления, обязательно согласовывая их с автором. Отредактированный авторский оригинал направляют далее на вычитку в корректорскую издательства, где устраняются орфографические и пунктуационные ошибки, контролируется единство оформления одинаковых элементов (чисел, таблиц, формул и т. д.) и текста в соответствии с требованиями нормативных документов на полиграфическую продукцию.

**Художественно-техническое оформление** включает разработку конструкции и плана оформления книги. При этом решаются вопросы по типу переплетной крышки или обложки; оформлению створок, корешка, форзаца и титульных элементов; формату книги и полос; шрифтам для набора текста, таблиц, заголовков и других элементов; определяется вид, формат и месторасположения внутриполосных изображений, вклеек, вкладок и других элементов, а также вид и сорт печатной бумаги и основных переплетных материалов. Хорошее оформление книги должно помочь читателю глубже понять ее содержание, а также обеспечить удобочитаемость, необходимую прочность и эстетичность при условии минимальных затрат на полиграфическое исполнение.

**Верстка издания** заключается в формировании одинаковых по формату полос издания. В результате верстки уточняется количество страниц издания, количество строк в странице, расположение заголовков, справочных материалов, таблиц, размеры пробелов на начальных и конечных полосах и т. д. Главная задача верстки – в соответствии с замыслом художественно-технического редактора создать максимально удобочитаемые, хорошо оформленные, экономичные по использованию бумаги полосы издания.

**Изготовление издательского репродуцируемого оригинал-макета** выполненного на белой бумаге (позитив) или на специальной прозрачной бесцветной пленке (диапозитив). Он включает текстовые и изобразительные издательские оригиналы. Текстовый оригинал – это текст, заголовки, формулы, таблицы, подготовленные издательством к полиграфическому воспроизведению. Изобразительные ориги-

налы – это плоские (двухмерные) изображения, выполненные различными техническими средствами для полиграфического воспроизведения: чертежи; акварельная, гуашевая или масляная живопись; рисунки тушью и карандашом; фотоснимки; компьютерная графика; полиграфические оттиски; документы и т. д. Полосы издания в оригинал-макете должны быть сформированы полностью (содержат все элементы) и в дальнейшем воспроизводятся без применения наборной техники. Они или фотографируются для последующего изготовления печатных форм или информация с них переносится различными способами непосредственно на формные пластины. Готовый оригинал-макет согласовывается с заказчиком и типографией, подписывается главным редактором в печать и передается в типографию.

**Цветоделение** изобразительных оригиналов, изготовление цветоделенных изобразительных фотоформ и текстовых фотоформ с репродуцируемого оригинал-макета.

Цветоделение оригинала обычно производится на электронных цветоделительных машинах (ЭЦМ) в автоматическом режиме одновременно с цветокорректированием.

Полученные цветоделенные изображения, распечатанные лазерными принтерами на прозрачной подложке (пленке), представляют собой цветоделенные фотоформы. Фотоформы могут также изготавливаться и рассмотренными ранее фотографическими способами.

**Монтаж фотоформ** или *спуск полос* – это операция размещения и закрепления отдельных фотоформ полос на прозрачной основе в соответствии с макетом издания. Печатная форма, например, для книжных изданий, в зависимости от их формата, а также форматов бумаги и печатных машин может содержать от 8 до 64 и более полос. Следовательно, и такое же число полос должно находиться на монтажной фотоформе, используемой для переноса информации на формный материал (пластину). Расстановка полос на монтажной фотоформе должна обеспечить после печатания тиража, фальцовки и комплектования издания правильное чередование его страниц. Поэтому схема расстановки полос определяется заранее в зависимости от форматов издания и бумаги, варианта фальцовки тетрадей, вида комплектования издания и других условий. Расстояние между полосами, называемое раскладкой, определяет размер полей будущего издания и выбирается в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов. Расчерчивание плана монтажа и монтаж фотоформ выполняется на монтажном станке. Для этого на его стекло

укладывают расчерченный план монтажа, на него – лист монтажной основы (например, тонкую лавсановую пленку) и во избежание сдвига скрепляют их липкой лентой. Согласно плану монтажа, на монтажную основу приклеивают липкой лентой или клеем негативы или диапозитивы полос, контрольные метки и шкалы. Готовый монтаж отделяют после этого от плана монтажа и при отсутствии дефектов утверждают для изготовления печатной формы.

**Изготовление печатных форм**, например, монометаллических плоской офсетной печати, осуществляется по технологической схеме, включающей: экспонирование изображения с диапозитивной фотоформы на светочувствительную поверхность формной пластины; проявление копии изображения в слабом растворе кремнекислого натрия с промывкой водой; гидрофилизацию пробельных элементов; нанесение на поверхность печатной формы защитного слоя растворимого в воде коллоида (крахмала, декстрина и т. д.) и его высушивание. Печатные формы в зависимости от вида информации, предъявляемых требований к точности ее воспроизведения, а также вида печати, тиражестойкости, применяемых для изготовления материалов и других факторов изготавливают фотокопировальным, электрофотографическим и лазерным способами; наборно-отливным методом; электронно-механическим, лазерным и электронным гравированием; отливкой и прессованием стереотипов; выполнением гальваностереотипов и разнообразными другими способами.

**Подготовка печатной бумаги** включает входной контроль ее качества, доставку рулонов на производственный участок, освобождение рулонов от упаковки, акклиматизацию бумаги, поперечную резку на специальных листорезательных машинах рулонного полотна на листовые форматы с укладкой их в стопы, обрезку на одноножевых бумагорезательных машинах стоп по торцевым сторонам и резку на необходимые для печати форматы.

**Подготовка печатных красок** включает их входной контроль качества, акклиматизацию, придание краскам необходимых колористических и печатно-технических свойств в соответствии с видом, характером, назначением и сроком службы печатной продукции, особенностями применяемых материалов и оборудования.

**Подготовка печатной машины** включает наладку печатных устройств, красочных и увлажняющих аппаратов, бумагопитающего и приемно-выводного устройств, противоотмарочных, сушильных, контрольно-регулирующих и других систем машины, а также установку

и приправку печатных форм, заправку бумагопитающего устройства, приводку, получение на установившихся режимах работы контрольного оттиска. Если нет никаких отклонений от установленных норм качества, то контрольный оттиск подписывают к печати и по нему в дальнейшем контролируют качество печати всего тиража.

**Печатание тиража** представляет собой процесс многократного получения одинаковых оттисков текста и изображений посредством переноса красочного слоя с печатной формы на бумагу. Важнейшими факторами этого процесса, определяющими технологические, экономические и качественные показатели получаемых оттисков, являются: давление печатания, закрепление краски на оттиске, точность воспроизведения изображения, тиражестойкость печатных форм, производительность, расход полиграфических материалов и электроэнергии. В частности, для изготовления книг с минимальным количеством листопрогинов целесообразно ее текстовые полосы печатать на двухсторонних однокрасочных ротационных машинах, а многоцветные изобразительные полосы – на четырехсекционных многокрасочных машинах, печатающих триадами красок (желтого, пурпурного и голубого цветов) и черной краской.

**Разрезка запечатанных листов** на форматы полосы издания производится на одноножевых бумагорезательных машинах, которые различаются, прежде всего, степенью автоматизации процесса и длиной ножей. Наиболее широко для этого применяются полуавтоматические и автоматические машины с длиной реза до 168 см и высотой разрезаемой стопы до 13–15 см. При разрезке стопы листов укладывается на стол машины и продвигается вплотную к подавателю (затлу), автоматически устанавливаемому на заданный размер. При включении машины на рабочий ход на стопу вначале опускается прижимная балка, а затем нож, разрезающий листы на две части. При необходимости разрезанные стопы передвигаются в новое положение или поворачиваются на 90° и вновь разделяются таким же образом. Затем разрезанные стопы снимаются со стола машины и укладываются на стеллажи.

**Фальцовка листов** – это операция получения заданного формата сгибанием листа в определенном порядке с образованием и фиксированием сгибов. Сгибы на листе чаще всего располагаются по оси симметрии, для образования в собранных с них тетрадах страниц одинаковых размеров. Фальцовка листов осуществляется на автоматических фальцевальных машинах, содержащих самонаклад, соеди-

ненные между собой фальцевальные аппараты (обычно от одного до четырех) и приемное или приемно-прессующее устройство. По способу фальцеобразования они подразделяются на ножевые, кассетные и комбинированные – кассетно-ножевые. В процессе работы таких автоматов, отпечатанные листы, поштучно подаваемые самонакладом, последовательно проходят через фальцевальные аппараты и выходят в виде непрерывного потока сфальцованных тетрадей на приемное устройство или формируются в пачки приемно-прессующим устройством.

После фальцовки тетради, как правило, подвергаются **прессованию**, в результате которого закрепляются остаточные деформации бумажных волокон в местах сгибов, а также удаляется воздушная прослойка между листами тетради. Эта операция выполняется в фальцевальном автомате или вне него. В последнем случае рабочий снимает тетради, формирует из них пачки и обжимает их с одновременным обвязыванием в паковально-обжимных прессах.

**Комплектование книжного блока** – это его сборка из отдельных тетрадей, обеспечивающая порядковую нумерацию страниц всего издания. Существует два способа комплектования: вкладкой и подборкой.

При **комплектовании блоков вкладкой** тетради вначале вкладываются одна в другую, а затем в обложку. Этим способом изготавливаются простые малообъемные книжно-журнальные издания, содержащие, в зависимости от плотности бумаги, не более 54–80 страниц. Для производства изданий, скомплектованных вкладкой и заключенных в обложку, широко применяются вкладочно-швейно-резательные комплексы, состоящие из трех основных секций: комплектовочной, швейной и резательной, а также приемного устройства. При этом комплектовочная секция содержит цепной транспортер, соединяющий от двух до десяти самонакладов-раскрывателей с магазинами для тетрадей и обложки. Швейная секция может иметь от двух до шести проволокошвейных аппаратов, а в качестве резательной секции применяется трехножевой автомат.

При **комплектовании блоков подборкой** тетради накладывают последовательно друг на друга в стопку. Этот способ позволяет комплектовать блоки любого объема, скреплять их различными способами и по-разному обрабатывать корешки блоков. Комплектование ведется на автоматических подборочных машинах, содержащих от двенадцати до тридцати шести однотипных подборочных станций, вдоль

которых перемещается транспортер, а также приемное устройство, привод и контрольно-блокирующие датчики. В магазины подборочных станций загружают стопы тетрадей в последовательности их комплектования и в процессе работы машины они поштучно извлекаются из них и укладываются друг на друга в стопу на перемещающемся в шаговом режиме транспортере. При этом правильность подборки автоматически контролируется контрольно-блокирующими датчиками по корешковым меткам, отпечатанным на тетрадях.

**Скрепление книжных блоков** может быть швейное, клеевое и швейно-клеевое. Для книг, изготавливаемых на операционном оборудовании, применяются следующие способы скрепления:

Потетрадное шитье нитками на корешковом материале (например, марле) – наиболее прочный вид скрепления, но наименее экономичный. Выполняется на универсальных ниткошвейных автоматах с марлеподающим механизмом.

- Потетрадное шитье нитками без марли с последующей окантовкой корешков блоков. Способ более экономичный по сравнению с шитьем нитками на корешковом материале, обеспечивает достаточно высокую прочность блоков и выполняется на любых ниткошвейных автоматах и полуавтоматах.

- Поблочное клеевое скрепление со срезкой корешковых фальцев тетрадей или также без срезки. Выполняется на машинах клеевого бесшовного скрепления (КБС) по схеме: срезка фальцев, торшонирование, проклейка, окантовка корешка материалом. Используется для изданий малого и среднего срока службы.

- Швейно-клеевое скрепление блоков, скомплектованных из прошитых термонитями тетрадей с окантовкой корешка блока. Выполняется на машинах КБС (с отключением фрезерующего устройства) или другом оборудовании, позволяющем заклеивать и окантовывать материалом корешки блоков. Способ рекомендуется для изданий среднего и длительного пользования.

**Обработка книжного блока** предусматривает получение заданного формата блока, повышение его прочности, долговечности и улучшение внешнего вида. При этом содержание и число операций определяется в зависимости от заданной конструкции корешка блока (прямой, круглый, грибообразный), оформления его обрезов и наличием или отсутствием канта переплетной крышки. В частности, для блоков с круглым корешком и потетрадным шитьем на корешковом материале этот процесс включает следующие операции: заклепку

корешка блока и сушку; обжим корешка; обрезку блока с трех сторон; кругление корешка; наклейку на корешок каптала и полоски бумаги. При выпуске книг в улучшенном оформлении после обрезки блоков его один или два (иногда три) обреза украшают закраской, после кругления корешка приклеивают ленточку-закладку, а иногда перед этим производят еще и отгибку фальцев тетрадей, для придания корешку грибовидной формы.

**Изготовление и оформление переплетных крышек.** Переплетные крышки различаются между собой по размерам, конструктивному исполнению, применяемым для изготовления материалам, а также оформлением, т. е. способами нанесения информации на их сторонки и корешок. Процесс изготовления крышек из одной детали отличается от изготовления сложных крышек.

В первом случае он включает следующие операции: расчет размеров готовой крышки; печатание на материале, из которого изготавливаются крышки (если не предусмотрено оформление крышек после их изготовления); резка отпечатанных листов на отдельные крышки и (если необходимо) их биговка.

Во втором случае процесс состоит из таких операций, как: расчет размеров готовой крышки и ее составных деталей; раскрой материалов и изготовление отдельных деталей крышки (в зависимости от способа ее сборки); сборка крышки, т. е. склеивание между собой ее отдельных деталей и сушка клеевых соединений.

Сложные крышки изготавливают на крышкоделательных машинах-автоматах, а при малых тиражах – вручную. Изготовление однодетальных крышек аналогично изготовлению обложек и не требует применения крышкоделательных машин.

**Вставка блоков в переплетные крышки** – соединение книжного блока с переплетной крышкой, которое обычно выполняется приклеиванием внешней стороны форзацев и клапанов корешкового материала блока к внутренним сторонам переплетной крышки. При этом клей наносят на форзацы и клапаны корешкового материала, а затем блок вставляют в крышку. В зависимости от тиража книг, их форматов и объемов вставка производится вручную или на книговставочных машинах конвейерного или карусельного типов.

**Прессование** книг осуществляется сразу же после вставки для предотвращения коробления крышек в процессе высыхания клея. Для этого книги несколькими одинаковыми стопами укладываются на нижнюю плиту специальной каретки (корешками в разные стороны), затем на стопы сверху укладывается вторая плита и в таком виде ка-

ретка закатывается в пневматический переплетно-обжимной пресс, создающий необходимое давление на верхнюю плиту каретки. После этого обе плиты каретки (верхнюю и нижнюю) соединяют между собой стяжными штангами. Затем ползун прессы поднимается, каретка с запрессованными книжками выкатывается из него и под давлением 0,4–0,5 МПа книги выдерживаются в ней в течение 4–8 часов. Для кратковременного обжима книг (5–15 мин) применяется многопозиционный гидравлический пресс карусельного типа.

**Штриховка** книг – это выполнение на внешней стороне переплетной крышки вдоль всего корешка между отставом и картонной сторонкой углубленного штриха. Его наличие улучшает открывание крышки и внешний вид книги, а также увеличивает срок службы издания. Штриховка книг осуществляется на штриховальных станках, формирующих штрих путем вдавливания в крышку одновременно с двух сторон тупых нагретых линеек или дисков.

**Обертывание** книг в суперобложку и загибку ее клапанов производят вручную или на специализированных автоматах конвейерного типа. Суперобложки чаще всего изготавливают из плотной гладкой бумаги с ее лакированием или с припрессовкой к ее поверхности полимерной пленки. Обычно на одном бумажном листе печатают несколько суперобложек, и после отделки оттисков их разрезают на отдельные заготовки.

**Окончательный контроль** исполнения книг производится контролерами, которые проверяют прочность и внешний вид книги, осматривая при этом внутренние стороны крышки, титульный лист и блок, раскрывая его веером. Требования к показателям внешнего вида книги и ее прочности задаются издательством в зависимости от формата, объема книги, ее назначения и других условий.

**Упаковывание** книг может производиться в прочную бумагу, коробочный картон, термоусадочную пленку или ящики из гофрированного картона. В первом и втором случаях стопки книг заворачивают в бумагу или тонкий картон и скрепляют обвязочным материалом (шпагатом, полипропиленовой лентой и другим). Упаковывание в термоусадочную пленку производится на группирующе-обандероливающей линии и включает в себя: подачу стопок книг на стол линии; обертывание их термоусадочной пленкой; сварку между собой краев отрезков обертывающей пленки и формирование скрепляющей оболочки; нагревание, усадку и охлаждение скрепляющей оболочки; укладку готовых бандеролей в штабели на средствах паке-тирования (поддонах). В четвертом случае стопы книг, обернутые в

бумагу или без обертки, укладывают в картонные ящики, клапаны которых после закрытия скрепляются липкой лентой. Некоторые издания поштучно вставляют в картонные футляры и в таком виде упаковывают в ящики. Это самый дорогостоящий вид упаковки. На каждую транспортную единицу наклеивается ярлык, на котором отпечатана необходимая информация о заказе.

На пооперационном технологическом оборудовании в типографиях обычно изготавливают малые и средние тиражи изданий. А производство изданий большими и массовыми тиражами осуществляется на печатно-брошюровочных линиях с максимально возможной автоматизацией операций и процессов.

**Печатно-брошюровочная линия** – это комплекс, в котором технологическое оборудование объединяется транспортной системой в автоматическую линию, за каждый рабочий цикл печатающую все страницы издания и выполняющую все брошюровочно-переплетные работы, начиная от изготовления тетрадей и заканчивая стапелированием и упаковыванием готовых изданий. В частности, печатно-брошюровочные линии для изданий, скомплектованных вкладкой, в каждом рабочем цикле выполняют: печатание издания в полном объеме на бумажной ленте; разрезку ленты на форматы; фальцовку тетрадей; комплектование издания вкладкой; шитье проволокой внакидку; обрезку издания с трех сторон и укладку в стопу для последующего упаковывания.

### **16.3. Производство упаковочной печатной продукции**

Процесс полиграфического производства этикеток, обертки, бумажных, полимерных и комбинированных рулонных упаковочных материалов намного проще процесса изготовления книг, так как содержит более простые допечатные работы, которые обычно выполняют сами типографии, и в нем исключаются трудоемкие брошюровочно-переплетные операции. Однако процессы производства упаковочной печатной продукции часто включают в себя и разнообразные специальные отделочные операции, которые не применяются в производстве издательской продукции. Например, при изготовлении обертки кроме печатных процессов выполняются и такие отделочные операции, как пластификация и парафинирование бумаги. Технологические линии, комплексы и участки по производству упаковочных материалов и тары часто содержат в своей структуре печатные машины и секции для дополнительной отделки печати. В частности, бу-

мажные, полимерные и комбинированные рулонные материалы с соответствующим информационно-декоративным полиграфическим оформлением широко применяются для изготовления разнообразных пакетов, сумок, оберток, бандеролей и оболочек. Печать на жести производится в процессе изготовления консервных банок. Специальные печатные и лакировочные машины применяются для информационно-декоративного оформления цельнотянутых металлических труб и банок. Тампопечать и трафаретная печать широко используются для нанесения декора на стеклянные и пластмассовые бутылки, флаконы, банки, стаканы и другую тару, а также пробки, колпачки и крышки. Струйной печатью осуществляется маркировка упакованной продукции. Плоская офсетная, высокая и глубокая печать широко применяются для изготовления таких средств декорирования упаковки, как этикетки и деколь, а также для производства товаросопроводительной и рекламной (проспектов, буклетов, плакатов) печатной продукции. Для изготовления ярлыков и вшиваемых этикеток обычно используются термотрансферные принтеры и т. д.

В составе автоматизированных технологических линий по производству картонной тары (ящиков, лотков, коробок, пачек), как правило, содержатся секции флексографской печати, обеспечивающие ее полиграфическое оформление. В частности, на предприятиях работают автоматизированные упаковочные линии, в которых технологический цикл включает последовательное выполнение следующих операций: размотку рулона и шаговую подачу картонного полотна; трехцветную флексографскую печать на полотне информационно-декоративного оформления тары; нарезку из полотна заготовок и рилевание на них линий сгибов; нанесение клея на места соединительных швов; высечку из заготовок разверток и их подачу в фальцевальную карусель; фальцевание и склеивание пачек на оправках карусели; съем пачек с оправок и их установку в ячейки транспортера; грубое фасование продукта в пачки тарельчатым дозатором; промежуточное взвешивание; досыпку продукта дозатором точного фасования; контрольное взвешивание; укупорку пачки; группирование пачек в блоки по восемнадцать штук; обертывание блоков бумажными листами и скрепление в бандероли; укладку бандеролей на поддоны. Производительность линии – 110 пачек в минуту. Для изготовления картонных ящиков широко применяются также печатно-высекательные автоматизированные линии, содержащие от одной до четырех секций флексографской печати и т. д.

## 17. СРЕДСТВА ДЕКОРИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИИ

*Средства декорирования и информации* обеспечивают художественно-декоративное оформление упаковки, ее фирменную, идентификационную и манипуляционную маркировку, а также содержат необходимую текстовую и другую информацию. Выполняются они как непосредственно на таре, так и в виде прикрепляемых к ней ярлыков, этикеток, контрэтикеток и кольереток; навесных складных этикеток; оформленных в виде книжечек или листов-вкладышей инструкций с информацией по применению товара и его рекламе; а также лазерных дисков, несущих необходимую информацию в визуальной, речевой и звуковой форме или магнитных элементов и микросхем, содержащих информацию радиочастотной идентификации и т. д.

*Дизайн* упаковки включает в себя два компонента – графику и структуру.

Структура – это физическая форма упаковки. Это, способные привлечь внимание, контуры, восприятие упаковки в руке, расположение и устройство укупорочных средств, функциональных и других элементов упаковки.

Графика – это то, что находится на поверхности тары. Она включает в себя сочетания цветов, шрифта, эмблем, изображений и всего стиля оформления. Цвет в оформлении упаковки, несомненно, является самым могущественным средством эмоционального воздействия на покупателей, вызывающим мгновенный и широкий отклик на бессознательном уровне. У людей против слов существуют врожденные защитные механизмы, но они не защищены от воздействия формы, символов и цвета, потому что не осознают, насколько подвержены их воздействию. Во многих случаях даже шрифт надписи на упаковке сильнее действует на покупателя, чем смысл написанных им слов. Слова на упаковке – это последнее на что человек обращает внимание. Поэтому профессионально выполненная упаковка мощно воздействует на интеллект, а на эмоции еще сильнее. Эта способность, – минуя разум, притуплять бдительность покупателей – и является главной силой современных упаковок.

*Маркировка* – это информация в виде текста, рисунков, условных обозначений, фирменных, идентификационных и манипуляционных знаков, наносимая изготовителем (упаковщиком) на тару и другие элементы упаковки и (или) продукцию, для осуществления про-

цесса товарообращения. Различают транспортную, потребительскую и экологическую маркировку.

**Транспортная маркировка** – маркировка, информирующая о получателе, отправителе и способах обращения с упакованной продукцией при ее транспортировании и хранении. Она содержит основные, дополнительные и информационные надписи, а также манипуляционные знаки; наносится непосредственно на транспортной таре или ярлыке. Основная надпись включает наименование и адрес грузополучателя, а также данные о количестве грузовых мест в поставляемой партии (указываются дробью: в числителе – порядковый номер места в партии, в знаменателе – количество мест в партии). Дополнительные надписи включают наименование и адрес грузоотправителя, а также надписи транспортных организаций. Информационные надписи сообщают о массе брутто и нетто грузового места, его габаритных размерах и объеме.

**Манипуляционные знаки** – изображения, указывающие на способы обращения с грузом.

**Потребительская маркировка** – маркировка, информирующая об изготовителе, количестве, качестве и цене продукции, правилах ее использования или потребления, а также рекламирующая товар; наносится непосредственно на потребительской таре, а также этикетках, контрэтикетках, кольеретках, листках-вкладышах и других элементах потребительской упаковки.

**Экологическая маркировка** – маркировка, информирующая о применяемых упаковочных материалах и о возможности утилизации упаковки после извлечения продукции для повторной переработки.

**Ярлык** – изделие заданной формы, размеров и материала, несущее маркировку и прикрепляемое к упаковке или продукции. Ярлыки изготавливаются из бумаги, картона, ткани, фанеры, пластмассовых, металлических и комбинированных листовых и рулонных материалов и прикрепляются к упаковке (грузу) клеем, шпагатом, лентами, проволокой, шурупами, винтами, болтами и другими крепежными изделиями, обеспечивающими их сохранность.

**Этикетка** – средство художественно-декоративного оформления, потребительской маркировки и защиты товара, напечатанное непосредственно на потребительской таре или выполненное в виде отдельного конструктивного элемента, заданной формы, размеров и материала и закрепляемое на каждой упаковке и (или) единице товара.

**Контрэтикетка** – этикетка, содержащая дополнительную информацию о продукции и наносимая на потребительскую тару со стороны, противоположной этикетке.

**Кольеретка** – этикетка преимущественно фигурной формы, наклеиваемая над этикеткой на сужающуюся часть горловины бутылки и несущая изображение знака фирмы или предприятия-изготовителя продукции.

Потребительская маркировка продукции всегда содержит обязательную информацию для потребителя, предусмотренную соответствующими стандартами, и представленную текстом, условными обозначениями и рисунками на потребительской таре, этикетке, контр-этикетке, кольеретке, листе-вкладыше и других элементах упаковки. Например, на упаковке с макаронными изделиями в соответствии с требованиями СТБ 1100-98 (Продукты пищевые. Информация для потребителя) должно быть указано: наименование продукта; наименование и местонахождение изготовителя, упаковщика, экспортера; масса нетто; товарный знак изготовителя (при наличии); состав продукта; группа продукта и класс; пищевая ценность; дата изготовления и (или) срок хранения; способ приготовления; обозначение нормативного документа, в соответствии с которым изготовлен и может быть идентифицирован продукт; информация о сертификации.

Важными элементами наносимой маркировки, указывающими на высокое качество продукции, облегчающими процесс товарообращения и дополнительно рекламирующими товар, являются: товарный знак изготовителя, штриховой идентификационный товарный номер и стандартный знак о сертификации продукции.

Информация о сертификации продукции доводится до потребителя ее маркировкой – **стандартным знаком соответствия** или другими способами, предусмотренными правилами Национальной системы сертификации.

**Товарный знак** – зарегистрированное в установленном порядке оригинальное обозначение, позволяющее отличать продукцию одних изготовителей от аналогичной по виду и назначению продукции других отечественных и зарубежных изготовителей. В качестве товарных знаков могут выступать любые обозначения, обладающие различительной способностью: названия продукции, графические изображения, особые сочетания цифр, букв и слов, внешний вид в целом, звуковые сочетания и т. д., которыми изготовитель обозначает свою продукцию и упаковку. Исключительные права в отношении товарного знака возникают на основании его регистрации в патентном ведом-

стве. В том случае, если используемые обозначения оригинальны и привлекают внимание, у них появляется шанс стать брэндами.

**Брэнд** – экономическая категория товарного знака и представляет собой совокупность материальных и нематериальных категорий, вызывающих у потребителя желание купить товар, обозначенный именно им. Для того чтобы обычный товарный знак стал брэндом, необходимо, чтобы он отличался от других знаков оригинальным и привлекательным исполнением, использовался только для качественной продукции и поддерживался рекламой. Признаком, позволяющим охарактеризовать товарный знак как брэнд, является то, что покупатели согласны платить за товар, обозначенный этим знаком, большую сумму, чем за другую аналогичную продукцию. Следует также отметить, что брэнд всегда имеет единоличного владельца.

**Идентификационный товарный номер** – уникальный цифровой номер, присваиваемый товару (продукции) в соответствии с установленными Международной организацией товарной нумерации (EAN International) правилами и предназначенный для его однозначной идентификации. Международная организация товарной нумерации (EAN International) была создана в 1977 г. и объединяет сегодня национальные организации товарной нумерации 97 стран, в том числе России, Беларуси и других стран СНГ. Международная система товарной нумерации, принятая этой организацией, обеспечивает однозначную идентификацию товаров в системе международного товарооборота путем присвоения им тринадцати «EAN-13» или 8-разрядного «EAN-8» номера, наносимого на товар или его упаковку в виде штрихового кода.

**Штриховой код** – код, который представляет собой комбинацию последовательно расположенных параллельных штрихов и пробелов, размеры и расположение которых устанавливаются международными стандартами.

**Штриховое кодирование** – способ представления атрибута (поименованного свойства объекта), подлежащего автоматической идентификации, при котором цифровой или алфавитно-цифровой код атрибута объекта изображается в виде штрихов и пробелов, размеры и последовательность которых формируются по заранее определенным правилам. Внедрение штрихового кодирования для автоматической идентификации любых объектов в автоматизированных системах обеспечивает решение следующих задач: упрощение и улучшение связей между пользователями; обеспечение внедрения электронного обмена данными; снижение административных расходов; повышение

эффективности планирования хозяйственной деятельности; ускорение реакции на изменение конъюнктуры рынка; контроль над запасами и распределением и т. д.

В системе товарной нумерации EAN наиболее широко используется код «EAN-13», в котором в виде чередующихся темных и светлых полос (штрихов и пробелов), обозначается тринадцатизначное число, являющееся своеобразным паспортом продукции. Первые 3 цифры этого числа называются префиксом (рис. 17.1) и присваиваются EAN International национальным организациям товарной нумерации. В нашей стране такой организацией является Ассоциация товарной нумерации EAN Беларуси (далее – EAN Беларуси), которой в коде «EAN-13» присвоен префикс 481. Следующие 9 знаков этого числа содержат номер предприятия, зарегистрированного внутри национальной организации, и номер товара. Структура девяти знаков, приходящихся на номер предприятия и номер товара, определяется непосредственно национальной организацией. Если, например, четырьмя следующими цифрами кодируется предприятие – изготовитель продукции, а затем пятью цифрами товар, то такое обозначение называется структурой «7/5», так как на префикс национальной организации и номер предприятия отводится 7 цифр, а на номер продукции внутри предприятия – 5 цифр. Последняя 13 цифра называется контрольным разрядом. Она предназначена для проверки правильности считывания кода EAN сканирующим устройством.



Рис. 17.1. Пример маркировки товара штриховым кодом «EAN-13»

Товарный номер в коде «EAN-8» должен содержать префикс страны – производителя (упаковщика) товара и номер товара. Он присваивается в особом порядке в тех случаях, когда размеры изображения 13-разрядного товарного номера не позволяют разместить его на продукции или товаре.

Для формирования, нанесения и считывания штриховых кодов используются универсальные и специальные технические средства. К универсальным техническим средствам относятся персональные ЭВМ, печатающие устройства и сканеры общего назначения. К специальным техническим средствам относятся устройства, обеспечивающие изготовление мастер-фильмов штриховых кодов для последующего их полиграфического воспроизведения, специализированные печатающие устройства, устройства считывания штриховых кодов, сканеры с декодерами различных символик штриховых кодов, устройства для изготовления машиночитаемых ярлыков и этикеток, устройства контроля штриховых кодов, весовые терминалы со встроенными средствами формирования и нанесения штриховых кодов и т. д.

На этикетке художественно-декоративное оформление обычно совмещается с основной маркировкой продукции, а дополнительная информация о составе продукта, его пищевой ценности, способах приготовления, правилах использования или потребления приводится на контрэтикетке, листке-вкладыше или в инструкции, выполненной в виде сложенной или сшитой книжечки. В виде книг и сшитых тетрадей часто оформляется сопроводительная документация (паспорт, руководство по эксплуатации и т. д.) на некоторые технически сложные промышленные товары, изделия бытовой и электронной техники, музыкальные и измерительные инструменты, а также другую продукцию машиностроительной отрасли. В этих документах приводятся общие указания и технические данные, комплектность поставки, требования по технике безопасности, правила хранения и транспортирования, сведения по устройству и принципу действия изделия, порядок установки и подготовки к работе, правила по уходу и обслуживанию, возможные неисправности и методы их устранения, свидетельство о приемке, продаже и сдаче в эксплуатацию, гарантийные обязательства, талоны на гарантийное техническое обслуживание и ремонт, адрес изготовителя и другие данные.

Все существующие способы художественно-декоративного оформления упаковки условно можно разделить на прямые и косвенные, а также информационные и неинформационные.

При прямых способах грунтовку, лак, краску, разнообразные рисунки и надписи наносят непосредственно на тару или другие элементы упаковки (крашение, металлизация, печатание на таре).

При косвенных способах применяют подложку – носитель изображения, текста, декоративного слоя (этикетирование, горячее тиснение, декалькомания).

Информационными способами обеспечивается нанесение на упаковке схем, рисунков и других изображений, а также необходимых надписей и текстовой информации. К ним, в частности, относятся (рис. 17.2) печатание, этикетирование, тиснение переводной фольгой, бескрасочное тиснение, декалькомания и другие способы.

Неинформационные способы обеспечивают оформление внешнего вида упаковки путем ее окраски, металлизации, создания на поверхности соответствующей текстуры или фактуры т. д. Они включают, например, крашение материала в массе, выполнение отдельных элементов упаковки из разноцветных материалов, металлизацию, поверхностную грунтовку, окраску и лакировку (рис. 17.2).

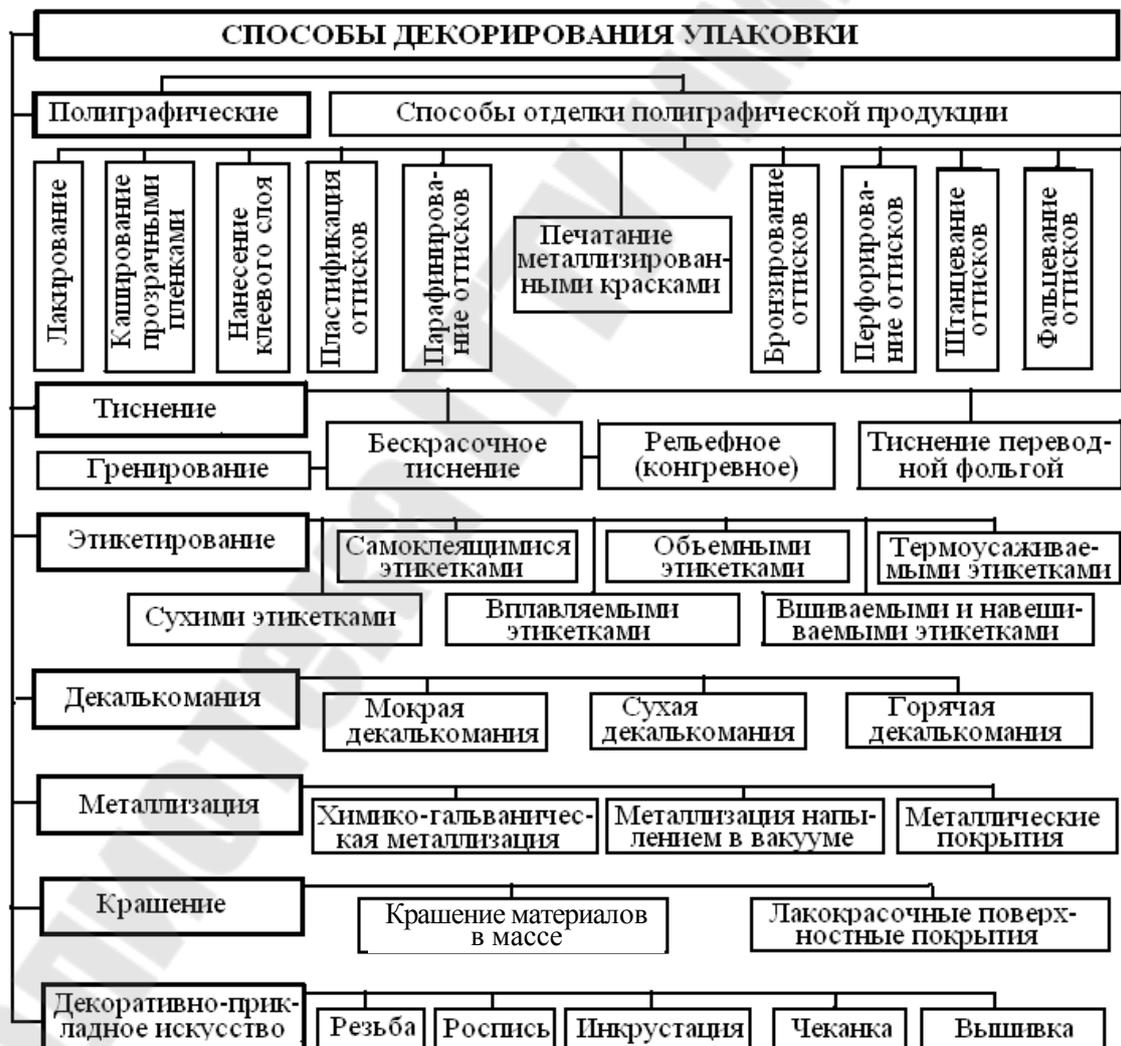


Рис. 17.2. Классификация способов информационно-декоративного оформления упаковки

Информационно-декоративное оформление упаковки обычно выполняется по технологиям массового производства. Однако при изготовлении подарочной упаковки (шкатулок, футляров, флаконов) из ценных пород древесины, металлов, стекла, малахита, например, для дорогостоящих ювелирных изделий или парфюмерной продукции, ее индивидуальное художественно-декоративное оформление может производиться в различных видах техники декоративно-прикладного искусства: росписью, насечкой, резьбой, чеканкой, инкрустацией, вышивкой и т. д. Благодаря именно такому декору подарочная упаковка становится иногда произведением искусства. Нередко красота материала, пропорциональные соотношения частей изделия, ритмическая структура служат единственными средствами воплощения эмоционально-образного содержания тары (например, лишенные декора флаконы из стекла).

## 18. ЭТИКЕТКИ

Этикетки являются самым распространенным, удобным и наиболее дешевым средством художественно-декоративного оформления и маркировки упаковки. Общий объем европейского рынка этикетки в настоящее время оценивается в 10 млрд м<sup>2</sup> в год. В экономически развитых странах ежегодное потребление этикеток уже достигло 5 м<sup>2</sup> на человека и это еще далеко не предел. Для разработки и изготовления такого огромного количества этикеток сформировалась даже самостоятельная отрасль промышленного производства. Превратившись в массово тиражируемые предметы прикладной (промышленной) графики, этикетки в настоящее время в определенной степени стали и носителями художественной культуры, незаметно формирующей эстетические вкусы массового потребителя.

Печатаются этикетки как непосредственно на поверхности тары (бутылках, банках, пачках, коробках, пеналах, пакетах) и других элементах упаковки (например, крышках), так и на листах разнообразной формы, цвета и текстуры, выполненных из бумаги, картона, фольги, обычных и термоусаживающихся полимерных пленок, натуральных и синтетических тканей, кожи, а также многослойных комбинированных материалов. По расположению на упаковке или изделии, а также конструктивному исполнению они подразделяются на: обычные плоские этикетки, контрэтикетки и кольеретки; объемные этикетки; кольцевые (опоясывающие) этикетки; складные этикетки с

одной или несколькими складками, а также этикетки, выполненные в виде сшитой книжечки и другие. На таре или непосредственно изделии такие этикетки закрепляются приклеиванием, пришиванием, термоусаживанием, привариванием, навешиванием, привязыванием обычными и декоративными нитями (лентами), а также пристегиванием булавками, пуговицами, скрепками, кнопками, кольцами, заклепками и другими способами.

### **18.1. Создание этикеток**

Применяемые этикетки в единой художественно-декоративной композиции обычно содержат:

- оригинальную оформительскую идею, способную выделить продукт из ряда подобных товаров;
- графические и цветовые решения, соответствующие характеру продукта и рекламирующие его;
- обязательную стандартную маркировку и информацию о товаре;
- видимые или скрытые элементы защиты этикетки и товара от подделки.

Дизайнеры, создающие этикетки, художественными средствами должны выразить в них лишь то, что этикетки должны «говорить» о товаре, и не сказать того, что не предназначено для аудитории покупателей, дарующих внимание большинству упаковок на долю секунды. Разработку этикетки дизайнер, как правило, начинает с изучения и анализа исходных данных, которые должны характеризовать:

- историю создания продукта, его потребительские качества, параметры, подтверждающие особый «статус» продукта на рынке, а также связь между его качеством и торговой маркой;
- демографические и социально-экономические факторы: возрастную группу потенциальных потребителей, их половую принадлежность, покупательскую способность, стиль жизни и личностные факторы;
- осведомленность потребителей о качестве товара и его соответствии торговой марке;
- предполагаемые рынки сбыта и места реализации товара, с учетом специфики восприятия оформления жителями разных стран, религий, культур и национальностей;
- потенциальных конкурентов и их продукцию;
- предполагаемые средства распространения информации о товаре в период рекламной кампании и другие данные.

При разработке этикетки у дизайнера есть пять основных рабочих параметров, с которыми он имеет дело: материалы; форма; цвет; текстура; графика. Творческий же процесс поиска идеи и реализации замысла включает следующие основные этапы:

1. Изучение и анализ исходных данных с выделением основных атрибутов товара (товарной группы) и выгод потребителя, которые он получает, пользуясь этим товаром.

2. Поиск оригинальной оформительской идеи, способной создать у потенциального покупателя устойчивый положительный образ необходимого ему товара. Это, например, может быть композиция из исходных фруктов, создающая образ продукта; композиция, построенная на названии (торговой марке) товара; концепции, включающие традиционные орнаменты или декоративные композиции, создающие ощущение загадочности, романтичности, легкости и т. д.

3. Разработка нескольких альтернативных творческих решений этикетки. При этом создаются основные графические элементы; тестируются возможные виды шрифтов (прямые, наклонные, с засечками и прочие); выбирается цветовая гамма, как основного графического элемента, так и фона этикетки; выстраивается композиция, включающая стандартную маркировку и информационную часть этикетки; вводятся элементы защиты этикетки и товара от подделки; художественный замысел адаптируется к форме и техническим параметрам упаковки, возможностям полиграфического, отделочного и этикеткирующего технологического оборудования.

4. Тестирование разработанных альтернативных решений этикетки на группах потребителей, формирующих основной объем покупок в данном регионе. При этом необходимо тщательно проанализировать достоинства и недостатки альтернативных решений, сформулировать наиболее существенные предложения и реализовать их в совершенствованной творческой концепции этикетки.

5. Заключительное тестирование и окончательное оформление этикетки, утверждение образца на художественном совете и у заказчика. В конечном варианте этикетка должна быть функциональной и логичной по отношению к товару, для которого она предназначена;

6. Подготовка печатных форм, полиграфического и другого технологического оборудования к печатанию тиража, выполнение пробной печати, изготовление этикеток требуемым тиражом.

7. Нанесение этикеток на упаковку товара или непосредственно на изделия в процессе их производства.

Оригинальная графика или неожиданное запоминающееся дизайнерское решение, воплощенные в этикетку, – несомненно, важный шаг на пути к ее успеху. Но кроме этой художественно-эстетической проблемы в процессе создания этикетки дизайнеру приходится решать и некоторые не менее важные специфические прикладные задачи, в том числе:

- достигнуть соответствия графического и цветового решения характеру продукта;
- учесть психологические факторы, действенные для большинства людей;
- грамотно акцентировать в композиции стандартную маркировку и информационную часть этикетки;
- адаптировать художественный замысел к форме и техническим параметрам упаковки;
- выбрать способы и ввести видимые или скрытые элементы защиты этикетки и товара от подделки;
- учесть технические возможности печатного, отделочного, этикетировочного и другого, используемого в производственном процессе, технологического оборудования.

Цвета в упаковке часто кодируют определенные категории продуктов: морепродукты – зеленый, синий цвета; овощи – зеленый, желтый, красный цвета; мясные продукты – красный цвет. Внутри каждой категории существует часто дополнительная цветовая кодировка, например, «обезжиренный», «жирный». Красный цвет в упаковке традиционно пищевой; он может выражать уровни вкуса от, скажем, сладкого «конфетного» до острого «кетчупного» и крепкого «табачного». Все зависит от оттенка цвета, от продукта, который мы наделяем определенным цветом, и качество которого хотим передать. Зеленый цвет широко применяется теперь в молочной промышленности как сигнал биопродукта и кислого вкуса. Использование зеленого цвета в оформлении сигарет указывает на их ментоловый вкус. На этикетках для пищевых продуктов нежелательно использовать, например, грязные или ядовитые цвета. Следует учитывать, что неточное «попадание» цвета на упаковке может легко изменить ощущение от приятного пищевого до химического «несъедобного». Красный цвет вдруг может стать «вульгарным» и совсем не таким благородным, как хотелось бы. Такие изменения происходят с цветом не только из-за погрешностей при печати. Многого вкуса. Использование зеленого цвета в оформлении друг на друга, создавая новые контрасты

и изменяясь при этом. Так, традиционно присутствие в оформлении золотого цвета считается символом высокого качества, но явный «перебор», увлечение золотыми украшениями, орнаментами и шрифтами нередко делает товар, наоборот, дешевым. Следует также учитывать, что «субъективный цвет предмета» при искусственном освещении может быть совсем другим по сравнению с цветом при дневном или вечернем освещении и поэтому цветовая гармония какой-либо упаковки при изменении освещения будет различной. Например, красный цвет при искусственном освещении, изменяясь по цветовому тону, становится более насыщенным и ярким, а по светлоте – светлеет. Желтый цвет при искусственном освещении – белеет и светлеет, зеленый – желтеет и светлеет, голубой – зеленеет и темнеет, синий – теряет яркость (жухнет) и темнеет. Необходимо также учитывать специфику восприятия оформления этикетки жителями разных стран, религий, культур и национальностей. Так, на Западе общепринято, что черный цвет связан со смертью. Аналогичную ассоциацию, но с белым цветом можно обнаружить в регионах Среднего Востока, а с бело-голубым – на Дальнем Востоке. Из приведенного следует, что в рамках конкретного проекта дизайнеру часто приходится работать в системе определенных цветовых ограничений.

Этикетка является неотъемлемой частью товара. Например, пищевые продукты людям необходимы были всегда, они традиционны. В результате сложились и определенные традиции по оформлению этикеток для этих продуктов. Каждый, в частности, отличит водочную этикетку от этикетки для пива или минеральной воды. Поэтому дизайн этикетки для таких продуктов должен варьироваться в узком привычном для покупателей диапазоне и если выйти за его границы, то продукт может быть ими «не опознан», а, следовательно, и не востребован.

В психологическом плане для потребителей, ищущих дешевый товар, может подойти простая этикетка в традиционном «советском» стиле, а для товара класса VIP этикетка обязательно должна быть стильной, утонченной и без дешевых эффектов. Необходимо также учитывать возрастную группу, социальное положение и половую принадлежность потенциальных покупателей. Научно доказано, что женщины лучше реагируют на «эмоциональные» этикетки, поэтому в этикетках для «женского» товара целесообразно использовать сочные и яркие цвета, переливающиеся и блестящие материалы, эмоциональные сюжеты или фразы. Для мужчин же важнее информативность,

поэтому в этикетках для товаров, покупаемых мужчинами, лучше отдать предпочтение строгому классическому стилю и развернутому описанию товара.

Принятая форма этикетки должна гармонично сочетаться с конфигурацией тары, к которой она прикрепляется. Так на удлиненном и прямоугольном штофе вряд ли будет смотреться горизонтально расположенная этикетка. Выбирая форму этикетки, следует также учитывать и технические возможности этикетировочных автоматов, которые могут оказаться не приспособленными для наклеивания этикеток несимметричной сложной конфигурации и для этого придется создавать более сложные специализированные автоматы или использовать непроизводительный ручной труд. В то же время элюзию сложной несимметричной конфигурации часто можно создать и на обычной прямоугольной этикетке, путем закраски на ней участков, которые хотелось бы вырезать, под цвет поверхности на которую этикетка наклеивается. Невозможно также наклеить обычную этикетку на тару сферической формы и в этом случае целесообразно применить навесную этикетку, которая будет крепиться, например, к ее горловине привязыванием декоративной нитью или резинкой.

Создавая этикетку, следует также заранее определиться со способами ее печати и дополнительной отделки, так как каждому из них присущи определенные изобразительные возможности, особенности допечатной подготовки, требования к запечатываемым материалам, краскам и другим расходным материалам.

## **18.2. Защита этикеток и товаров от подделки**

Экспертные оценки показывают, что на мировом рынке поддельные товары занимают от 5 до 20 %, в зависимости от вида продукции. Подделывают косметику, парфюмерию, лекарства, напитки, продукты питания, одежду, спортивные товары, электронную технику, компьютерные программы, аудио- и видеокассеты, компакт-диски, автомобильные запчасти и т. д. Это означает, что производители всего мира теряют ежегодно не менее 350 млрд долларов только из-за того, что упаковка их товара легковоспроизводима. Как защитить товар от подделывания, неправильного использования, воровства, подмены, реимпорта и других фальсификаций? Однозначных рецептов здесь нет, однако часть таких проблем может быть решена сравнительно недорогим способом – за счет использования в качестве средств защиты этикеток. Дело в том, что любой товар при упаковыв-

вании снабжается этикеткой и на дополнительное введение в нее защитных элементов требуются затраты гораздо меньшие, чем при отдельном выполнении таких защитных средств на таре или изделии. В конечном итоге производителю необходимо найти такое средство защиты, которое обойдется ему недорого, но при этом создаст для фальсификаторов большие или даже непреодолимые проблемы.

Арсенал средств, применяемых для создания защитных этикеток, достаточно широк (от элементарного значка на этикетке до сложных многоуровневых способов защиты) и постоянно пополняется новыми изобретениями в этой области. Защитить продукцию от подделки сегодня позволяют следующие средства и технологии, применяемые в производстве упаковки.

**Печатание этикеток и защитной маркировки непосредственно на таре** специальными видами печати (трафаретной, тампопечатью, металлографией и т. д.). Этим исключается возможность наклеивания и переклеивания этикеток на упаковку с поддельной продукцией, а также существенно усложняется процесс изготовления поддельной тары.

**Оформление тары приваривающимися и кольцевыми термоусаживающимися этикетками**, выполненными на полимерных пленках, что также исключает возможность переноса этикеток на тару с поддельной продукцией.

**Введение защитных элементов в структуру материала этикетки** в виде водяных знаков, защитных волокон и полосок, радужных цветных полосок и металлических нитей, а также флуоресцирующих частиц, химических меток, микрочастиц со специальными кодами и т. д.

В частности двух- или трехмерные водяные знаки, введенные в этикеточную бумагу, могут быть заметны как на просвет, так и при рассматривании этикетки под различными углами.

Защитные волокна различной длины и цвета, введенные в состав бумаги, могут быть как видимыми, так и флуоресцирующими, например, только при ультрафиолетовом освещении.

Металлические защитные полоски и нити могут быть введены в бумагу, как по всей ее площади, так и узкой полоской. Они могут выполняться разноцветными и с микрогравировкой, быть видимыми при обычном освещении или в отраженном свете.

Специальные радужные защитные полоски, введенные в бумагу, содержат шесть цветов (зеленый, синий, красный, лиловый, медный и

золотой), не позволяющих скопировать этикетку на современных цветных копировальных аппаратах, а также воспроизвести ее на цветных принтерах, офсетной или другими видами печати.

Материалы, чувствительные к растворителям, будут сморщиваться или на них появятся характерные изображения, при попытке удаления этикетки с помощью различных растворителей и нарушение целостности упаковки сразу станет заметным. Это, например, могут быть белые или полупрозрачные полиэфирные пленки, растворяющийся клеевой слой на поверхности которых оставляет предупреждающую о вскрытии надпись или рисунок.

Флуоресцирующие частицы могут занимать всю площадь материала или вкрапляться в него в виде определенного рисунка, штрих-кода или идентификационной надписи и проявляться в результате облучения этикетки, например, инфракрасным лазером.

Введенные в бумагу химические метки могут базироваться, например, на генной технологии. Эта «биокодировка» основана на антителах, которые могут быть обнаружены лишь соответствующими биологическими детекторами.

В материале этикетки могут также содержаться запатентованные многоцветные и многослойные полимерные микрочастицы (20–400 мкм), кодируемые по заказу. Они химически стабильны, инертны, устойчивы к действию большинства растворителей и кислот. Образуемая ими скрытая маркировка становится видимой только при воздействии на нее соответствующих цветопроявляющих частиц в определенной концентрации.

*Этикетки, выполненные с элементами специальной печати*, такой как: двухсторонняя печать, печать типа «ирис», печать микро-текстом и другая.

В частности, этикетки с двухсторонней печатью создают интересные визуальные эффекты, просвечиваясь сквозь прозрачную тару (прозрачные стеклянные и пластмассовые бутылки, банки и т. д.).

Печать типа «ирис» представляет собой штриховые изображения, в которых наносимые полосы постепенно переходят из одного цвета в другой. Этот эффект достигается путем подачи в красочный ящик печатной секции одновременно нескольких красок различных цветов так, чтобы в процессе печати они минимально смешивались между собой на границах, что обеспечивается их минимальным раскатом при нанесении на печатную форму или полным отключением в секции раскатных валов. Выполняется такая печать на специализиро-

ванных печатных машинах, используемых для изготовления банкнот, облигаций и других ценных бумаг, а также этикеток, ярлыков и другой защищенной от подделки печатной продукции.

Средством защиты являются и нанесенные на этикетку специальные микротексты, не воспроизводимые обычными способами печати, а также копировальными аппаратами.

**Этикетки с печатью, выполненной специальными красками** (перламутровыми, блестящими металлизированными, светоотражающими), невозпроизводимыми при их сканировании и фотокопировании.

В частности, перламутровые краски имеют переливчатые и мерцающие блестящие оттенки, которые воспроизвести очень сложно, поэтому подделка такой печати становится просто невыгодной. Этикетки, напечатанные этими красками, придают упаковке особый благородный вид и применяются для оформления косметической и другой аналогичной продукции.

Яркий металлический блеск металлизированных красок также невозможно скопировать, а выполненная ими печать на этикетках придает товару дорогостоящий и привлекательный вид.

Светоотражающие краски изменяют «субъективный цвет предмета» от яркого до тусклого, при изменяющемся искусственном освещении. Цвет такой краски можно легко скопировать, а вот свойство «хамелеона» при копировании не воспроизводится.

**Этикетки со скрытыми элементами**, которые напечатаны невидимыми секретными красками, проявляющимися в определенных условиях (в темноте, при специальном освещении, при нагревании или облучении, при считывании специальными сканерами). В то время как специальные видимые краски борются с подделками за счет создания дополнительных трудностей, секретные краски идут на шаг дальше. Нанесенные ими элементы невозможно обнаружить невооруженным глазом, воспроизвести при копировании, при этом они позволяют идентифицировать товар с помощью специальных воздействий на этикетку и являются дополнительным труднопреодолимым элементом его защиты. К таковым, например, относятся люминесцентные, флуоресцирующие, термо- и фотохромные краски.

**Введение легкораспознаваемых детекторами химических защитных составов в краски, покрытия, клей и другие компоненты.**

Эти составы, вводимые в определенных пропорциях и комбинациях, не изменяют печатно-технологических свойств красок и других применяемых материалов; их очень сложно скопировать, но легко распознать в лабораторных условиях, а также с помощью ручных детекторов, специально разрабатываемых для этих целей.

***Нанесение на этикетку оптических защитных элементов, основанных на голографической технологии***, в том числе голографических знаков; голограмм на основе прозрачных материалов (ламинатов); изображений, видимых под определенным углом зрения; покрытий с объемными эффектами; ламинирование голографической пленкой; применение скрытых изображений, видимых только под специальной пленкой и т. д.

Мировой рынок голограмм и голографических упаковочных материалов развивается чрезвычайно высокими темпами. Эта популярность объясняется тем, что металлизированная поверхность голограмм отражает заведомо больше света, чем поверхность, на которой они находятся (бумага, стекло, пластмассы) и в результате этого голографические изображения сильно выделяются на любом фоне. Принадлежащие голограммам яркость и объемность делают невозможным их воспроизведение средствами традиционной полиграфии, а процесс подделки требует сложного и дорогостоящего оборудования и поэтому является неэффективным.

Основоположником голографии считается профессор государственного колледжа в Лондоне Деннис Габор, которому в 1947 г. удалось получить первую голограмму в ходе экспериментов по увеличению разрешающей способности электронного микроскопа. Названием «голография» он подчеркнул, что этот метод позволяет регистрировать полную информацию об исследуемых объектах.

Основывается голография на двух физических явлениях – дифракции и интерференции световых волн. Физическая сущность ее заключается в том, что при определенных условиях в результате наложения двух пучков света в пространстве может возникать интерференционная картина: максимумы и минимумы интенсивности света. Для того чтобы интерференционная картина стала устойчивой и ее можно было записать, образующие световые волны должны быть согласованы между собой как в пространстве, так и во времени, т. е. когерентными. При взаимодействии когерентных световых волн образуются стоячие волны, устойчивые во времени. Встречаясь в одинаковой фазе, когерентные световые волны складываются друг с дру-

гом и дают результирующую волну с амплитудой, равной сумме их амплитуд; встречаясь в противофазе – они гасят друг друга, а между этими крайними положениями наблюдаются различные промежуточные комбинации. Этот физический эффект и лежит в основе получения и восстановления голограмм.

Обычные источники света не обладают достаточной степенью когерентности для использования в голографии. Поэтому решающим фактором для ее развития стало изобретение в 1960 г. оптического квантового генератора или лазера – источника излучения, обладающего необходимой степенью когерентности и могущего излучать строго одну длину волны.

Начало изобразительной голографии было положено работами Эмметта Лейта и Юриса Упатниекса из Мичиганского технологического университета (США), получившими в 1962 г. первую объемную пропускающую голограмму, восстанавливаемую в лазерном свете. Сущность их изобретения заключается в следующем. Если пучок когерентного света, испускаемого лазером 1 (рис. 18.1) с помощью полупрозрачного зеркала 2 разделить на два пучка (предметный и опорный) и с помощью зеркал 3 и расширяющих линз 4 предметным пучком 6 осветить регистрируемый объект 7, а опорный пучок 5 направить на фотографическую пластину 8, то лучи, отраженные от объекта, вместе с опорными лучами в плоскости пластины будут образовывать сложную интерференционную картину. Вследствие когерентности двух пучков света эта интерференционная картина остается неизменной во времени и представляет собой изображение стоячей волны, которое можно зарегистрировать обычным фотографическим способом. Фотографическая запись картины интерференции предметных и опорных волн обладает свойством восстанавливать трехмерное изображение объекта, если на нее снова направить опорную световую волну. Таким образом, при освещении записанной на пластине картины когерентным опорным пучком света восстановится изображение объекта, которое зрительно невозможно отличить от реального объекта. Если же смотреть на эту пластину под разными углами, то можно наблюдать изображение объекта в перспективе с разных сторон. Полученное таким способом на фотопластине изображение представляет собой пропускающую голограмму. Метод записи голограмм, созданный этими учеными, широко применяется теперь во всех голографических лабораториях.

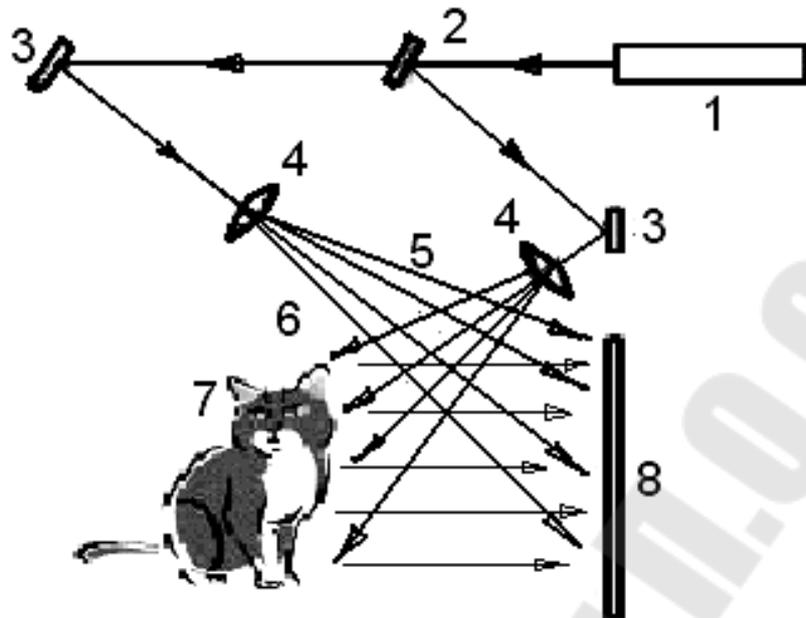


Рис. 18.1. Схема записи пропускающей голограммы

Решающее значение для развития изобразительной голографии имели также работы академика Ю. Н. Денисюка, выполненные в 1960–1970-х годах. Он впервые получил отражательные голограммы, позволяющие воспроизводить объемные изображения в обычном, белом свете. Первые высококачественные голограммы по его методу были получены в 1968 г. в СССР – Г. А. Соболевым и Д. А. Стаселько, а в США – Л. Зибертом. Практически вся современная изобразительная голография базируется на методах, разработанных Ю. Н. Денисюком.

В 1969 г. Стивен Бентон (США) первым получил пропускающую голограмму, видимую в обычном белом свете. Эти голограммы были названы радужными, так как они переливаются всеми цветами радуги, из которых состоит белый свет. Изобретение С. Бентона позволило начать массовое производство недорогих голограмм путем «штамповки» интерференционных картинок на пластик. Голограммы именно такого типа применяются сегодня для защиты от подделок документов, банковских карточек, этикеток, тары и других изделий, а голография приобрела популярность в широких слоях общества.

В 1977 г. Ллойд Кросс получил мультиплексную голограмму, состоящую из множества обычных фотографий объекта, снятых с различных точек, лежащих в горизонтальной плоскости. При перемещении такой голограммы в поле зрения можно увидеть все запечатленные кадры.

Голограммы, которые широко применяются в настоящее время для защиты и идентификации товаров, в зависимости от материала основы можно условно разделить на следующих три вида:

- на основе фольги горячего тиснения;
- на основе легкоразрушающихся материалов;
- на основе прозрачных материалов (ламинатов).

Голограммы, выполненные на фольге толщиной около 10 мкм, обычно наносятся на поверхность этикетки или другого защищаемого изделия горячим тиснением. При этом высокоадгезионный термоклей и малая толщина несущей фольги не позволяют удалить такую голограмму с поверхности без ее разрушения. Голограммы, выполненные на самоклеящейся пленке, уничтожающей ее изображение при попытке отклеивания, также являются надежным средством защиты. Ламинирующие прозрачные пленки с радужными голограммами, наносимые на защищаемую поверхность соответствующими устройствами, позволяют гарантировать долговечность и неизменность текстовой и изобразительной информации, находящейся под их защитным слоем.

Современные технологии позволяют получать голограммы, выполненные по индивидуальному дизайну, переливающиеся всеми цветами радуги, с эффектом «объемности» изображениями, изменяющие изображение под разными углами зрения, содержащие скрытые защитные элементы и т. д. Такие голограммы привлекают внимание покупателей, вызывают у человека восхищение и ассоциируются с высоким качеством товара. Кроме этого в структуру голограмм могут вводиться:

- оптические микротексты с высотой букв от 30 до 300 мкм, читаемые только с помощью специальной оптики;
- «скрытые» кодированные изображения, благодаря которым подделка голограммы становится невозможной, поскольку такое изображение нельзя увидеть без специальной аппаратуры;
- различные микрооптические элементы, например, микролинзы и микропризмы, которые обеспечивают не только высокую защищенность, но и создают любопытный визуальный эффект;
- буквенно-цифровые коды, обеспечивающие учет продукции и другие элементы.

В настоящее время голография продолжает активно развиваться, и с каждым годом в этой области появляются новые интересные решения. Нет сомнения в том, что в будущем изобразительная голография займет в жизни людей еще более значительное место.

**Выполнение этикеток на легкоразрушающихся материалах,** которые невозможно отклеить, не повредив его (этикетки с просечками; на легко рвущейся бумаге и пленке; этикетки с высокой степенью адгезии; этикетки на специальной пломбовой бумаге с очень низким сопротивлением на разрыв и т. д.).

Легкоразрушающиеся этикетки обычно наклеиваются в упаковке на ее укупорочные соединения (в зоне сопряжения колпачка с горловиной бутылки, крышки с корпусом пенала, на закрытой укупорочным соединением горловине пакета, на клапаны, закрывающие пачки и коробки) и выполняют дополнительную функцию контрольного элемента против несанкционированного вскрытия. Для этого на этикетки, выполненные из традиционных материалов, наносятся специальные насечки, которые в сочетании с сильным постоянным клеем не позволяют снять ее без разрывов и повреждений. Наклеиваемая этикетка выполняется также на легко рвущейся тонкой бумаге (от 25 до 40 г/м<sup>2</sup>) или на специальной пломбовой бумаге с очень низким сопротивлением на разрыв. Для этого применяются и двухслойные полистирольные пленки, с нижним вспененным и очень тонким сплошным верхним слоем. При попытке удалить такую этикетку верхний слой рвется, а нижний, пропитанный клеем, остается на упаковке. Невозможно снять этикетку, выполненную на очень тонкой поливинилхлоридной пленке, адгезия клеевого слоя у которой выше прочности материала на разрыв. При попытке отклеивания она разрывается на мелкие фрагменты. Существуют пленки, верхний слой у которых сморщивается при снятии этикетки и нарушение целостности упаковки сразу становится заметным. Применяются также этикетки, выполненные на белой или полупрозрачной полиэфирной пленке, при попытке удаления которых клеевой слой разрушается, оставляя на поверхности тары предупреждающую надпись или рисунок. Такой надписью обычно является английское слово VOID (не действительный, не имеющий силы), но по желанию заказчика может быть выполнена и любая другая надпись. Характерная особенность всех этих этикеток заключается в очень низком внутреннем сопротивлении применяемых материалов на разрыв.

**Нанесение на этикетку защитных элементов красками, длительно сохраняющими определенный запах** по технологии, называемой «АРОМАС».

Основой этих композиций является парфюмерная эссенция (эфирное масло), каждая молекула которой капсулирована в защит-

ную оболочку наподобие яичной скорлупы. Затем полученный состав смешивается с типографской краской, практически не изменяя ее цвета, и эта композиция наносится, например, трафаретной печатью на этикетку или другой носитель в виде красочного изображения. Полученный состав может также наноситься поверх типографской краски, придавая изображению некоторую матовость. Самое удивительное состоит в том, что нанесенные изображения практически не пахнут. Для «освобождения» запаха по их поверхности необходимо провести пальцем или другим механическим воздействием разрушить «скорлупу» парфюмерных молекул. Причем подобную операцию можно повторять до тех пор, пока все изображение не будет стерто с основы, при этом освобожденный запах каждый раз будет отчетливо ощущаться как рядом с этикеткой, так и на пальцах. Этим способом можно не только защищать товары от подделки, но и рекламировать парфюмерную, косметическую и другую приятно пахнущую продукцию, передавая таким способом ее запах в красочных рекламных проспектах и буклетах.

***Нанесение на этикетку или упаковку защитных элементов из микрокапсулированных кристаллов, а также радиочастотных идентификаторов (РЧИ) и элементов электронного слежения за товаром.***

На основе микрокапсулированных кристаллов получают защитные элементы, изменяющие свой цвет в соответствии с изменениями температуры среды, влажности воздуха или интенсивности воздействия ультрафиолетовых лучей. Процесс формирования этих кристаллов, с заранее заданными характеристиками, принято называть микрокапсулированием. Например, такой термокристалл представляет собой сложное молекулярное соединение в виде спирали, которая при изменении температуры сворачивается или разворачивается, перемещая свои кольца вокруг оси. В зависимости от величины закручивания спирали в диапазоне видимого спектра меняется и цвет отражающегося от кристалла света. При размещении данных кристаллов на черном фоне, поглощающем неотраженный свет, создается впечатление их свечения соответствующим цветом. Границы «активности» термокристаллов могут лежать в пределах от  $-30$  до  $+60$  °С (это экстремальные значения), а также могут быть уменьшены вплоть до  $0,1$  °С. Группировать термокристаллы на подложке можно в любой конфигурации, одновременно указывая на ней цифрами или другими символами и соответствующие каждому цвету значения температуры.

Наряду с термочувствительными кристаллами, созданы также микрокапсулированные кристаллы, способные изменять свой цвет от прозрачного до темно-фиолетового, в зависимости от интенсивности воздействия ультрафиолетовых лучей, а также цвет которых изменяется от серого до розового – при соответствующих изменениях влажности окружающего воздуха. Данные технологии позволяют изготавливать этикетки и наклейки не только защищающие товар от подделки, но и являющиеся индикаторами температуры, например, на бутылках с шампанским, с десертными и сухими винами и другими напитками. При этом для проверки подлинности продукта не требуются какие-либо специальные приборы, а достаточно тепла пальцев или ладони человека. Этикетки с индикаторами ультрафиолетового воздействия и влажности воздуха могут наноситься на упаковку некоторых продуктов питания, лекарственных препаратов, косметической и другой продукции. При этом подделка таких средств защиты практически исключена, так как для их изготовления требуются целые специализированные заводы с технологией производства содержащей ноу-хау, строго охраняемой владельцем. Такие защитные этикетки и марки могут выпускаться в листах или рулонах, приспособленных для их аппликации на наружную поверхность упаковки или изделий с помощью того оборудования, которое имеется у производителя товара.

Находят практическое применение и электронные средства маркировки и защиты товаров, работающие по принципу радиочастотной идентификации (РЧИ). В частности, уже созданы электронные этикетки РЧИ с динамически изменяющимся идентификационным кодом. По конструктивному исполнению они напоминают наручные женские электронные часы, которые крепятся несъемным способом на выпускаемый товар или его упаковку. Основными функциональными элементами таких этикеток являются генератор кодов с логикой управления, дешифратор, символьный индикатор, электронные часы (таймер) и элемент питания. После изготовления электронные этикетки, предназначенные для одной партии товаров, программируются одинаковым образом. Процесс программирования заключается в записи одного 16-разрядного кодового слова для 4-знакового индикатора, или 32-разрядного кодового слова для 8-знакового индикатора. При этом на индикаторах электронных этикеток отображается буквенно-цифровой код (например, *5U4F*). Каждый разряд индикатора может отображать цифры (от 0 до 9) и латинские буквы (*A, C, E, F, U, P*). Алгоритм смены кодов программируется при изготовлении ЧИПов. В ре-

зультате их генераторы кодов с заданной периодичностью (например, в двенадцать часов по московскому времени) на всех этикетках РЧИ (где бы они ни находились) производят синхронную смену действующего кода с одного значения на другое. Покупатель, при выборе товара и пользовании им, всегда может сравнить воспроизводимый этикеткой код с его контрольным значением, приведенным, например, в сопроводительной документации. Срок службы элемента питания выбирается исходя из гарантийного срока конкретного вида товара. При необходимости, частоту смены динамического кода можно изменить, сделав ее, например, через каждый час. Такие защитные этикетки целесообразно наносить на упаковку или непосредственно на дорогостоящие изделия, такие как ПЭВМ, копировальная и бытовая техника, произведения искусства, фирменная одежда и другие товары. При массовом производстве стоимость этикеток РЧИ прогнозируется в пределах 20–30 центов. Для дешевых товаров с малым сроком реализации и этикетка РЧИ может быть упрощенной и дешевой: с 4-разрядным индикатором и малым сроком службы элемента питания.

В фармацевтике, при расфасовке лекарств в ячеистую упаковку уже используются встраиваемые в нее защитные полоски британской фирмы Flying Null, запрограммированные цифровые метки которых считываются через упаковку и позволяют бороться с подделками, контролировать режим приема лекарств пациентом, вести учет, своевременно заказывать и доставлять товар со склада.

Скрытые элементы РЧИ, встроенные в упаковку или товар, являются одновременно и эффективным средством борьбы против воровства, так как позволяют регистрировать факты несанкционированного выноса товаров. В США их применение сегодня стало уже нормой. Показателем эффективности является тот факт, что только в 2002 г. было использовано шесть миллиардов таких ярлычков, обеспечивших снижение краж на 80 %. Товарные стеллажи и полки супермаркетов при этом оснащаются электронными устройствами, поддерживающими постоянную связь с встроенными в упаковку и товары этикетками и ярлыками РЧИ. Это позволяет вести постоянный учет продаж, выявлять необычное поведение покупателей, автоматически заказывать товары и своевременно доставлять их со склада.

В текущем году в Великобритании появились и стали популярными поздравительные открытки, способные записывать ваше голосовое сообщение. Поэтому и этикетки РЧИ с такой дополнительной функцией могут найти в ближайшее время широкое применение, на-

пример, в подарочной упаковке. В скором времени может появиться и много других оригинальных новинок, например, потенциально дешевые и экологически приемлемые для утилизации дисплеи цветного изображения; прозрачные пластиковые пленки, действующие как микрофоны и громкоговорители; бумажные электронные калькуляторы, встроенные в школьные тетради; бумажные сотовые телефоны одноразового использования; чернила и наклейки, способные выявлять патогенные реагенты, яды и генетически модифицированные продукты и много других интересных и увлекательных новшеств.

### **18.3. Плоские приклеиваемые этикетки**

Наиболее широкое распространение получили плоские этикетки, которые закрепляются на таре или непосредственно изделии приклеиванием. Они подразделяются на сухие и самоклеящиеся и в общем объеме этикеточной продукции составляют около 85 %.

*Сухие этикетки* изготавливаются без клеевого слоя или с предварительно нанесенным клеевым слоем, активирующимся при этикетировании увлажнением, нагреванием или иными способами. При этом на этикетки без клеевого слоя холодная или горячая клеевая композиция наносится непосредственно в процессе этикетирования продукции.

*Самоклеящиеся этикетки* изготавливаются из материалов, содержащих на присоединяемой поверхности клеевые композиции постоянной липкости, позволяющие их сразу наклеивать на этикетированную продукцию.

*Этикетирование* – нанесение на продукцию или упаковочные единицы этикеток, контрэтикеток и (или) кольереток.

В зависимости от исходного состояния перед этикетированием все этикетки подразделяются на рулонные и флатовые.

*Рулонные этикетки* в исходном положении представляют собой ленту, свернутую в рулон, и в процессе работы автомата они поштучно отделяются от нее и подаются на этикетирование.

*Флатовые этикетки* в исходном положении отделены друг от друга, уложены в стопу и в процессе работы захватами автомата поштучно подаются из нее на этикетирование.

Для присоединения этикеток применяется большая номенклатура клеев, выбор которых обуславливается видом соединяемых материалов, требуемой прочностью соединений, адгезионными свойствами клея, эксплуатационными характеристиками и стоимостью, техно-

логичностью приготовления и нанесения клея, быстротой его схватывания, способностью к вытеканию из-под этикетки, необходимостью удаления использованных этикеток с многооборотной тары и другими факторами.

**Клей** – это вещество, способное соединять между собой твердые тела за счет образования между их поверхностями и клеевой прослойкой прочной адгезионной связи, т. е. связи, образуемой силами как межмолекулярных, так и химических взаимодействий, включая обобщение электронов. Интенсивность таких взаимодействий, а, следовательно, и прочность клеевого соединения, существенно зависит от химической природы клея и склеиваемых поверхностей. Клей должен содержать молекулы, способные взаимодействовать с молекулами веществ соединяемых твердых тел. Поскольку на практике приходится соединять самые разнообразные по химическому составу вещества, постольку и клеи оказываются весьма многообразными. И слово «универсальный» применительно к клею означает лишь то, что им можно склеивать больше чем один вид материалов. По-настоящему универсальных клеев, способных соединять любые материалы и надежно удерживать их в любых условиях эксплуатации, просто не существует.

По природе основного компонента различают клеи неорганические, органические или элементоорганические. Клеи на неорганической основе, в свою очередь, можно разделить на силикатные, алюмофосфатные, керамические и металлические. Из них в упаковочном производстве применяются только силикатные клеи, в основном для склеивания бумаги и картона.

К органическим клеям относятся композиции на основе природных и синтетических полимеров. В производстве клеев на основе природных полимеров используют вещества животного происхождения – продукты переработки мездры, костей и чешуи (коллаген), крови (альбумин) и молока (казеин), а также растительного происхождения – камеди, смолы, крахмал, декстрин, натуральный каучук, гуттаперчу, зеин и соевый казеин. Из них в упаковочном производстве наиболее широко применяются казеиновые и декстриновые клеи. Группа синтетических клеев включает композиции на основе полиакрилатов, полиамидов, полиэфиров, полиуретанов, синтетических каучуков, феноло-формальдегидных, карбамидных и эпоксидных смол. Эти клеи обеспечивают высокую прочность соединений и устойчивы к факторам внешних воздействий.

Элементоорганические клеи содержат в своем составе кремний-органические, борорганические, металлоорганические и другие полимеры. Они обладают очень высокой термостойкостью и термостабильностью (выдерживают длительное нагревание при 400–600 °С) и используются для склеивания металлов, керамики, графита, термостойких пластмасс и других конструкционных материалов. Чаще всего клей представляет собой смесь клеевой основы и модифицирующих добавок – наполнителей, пластификаторов, растворителей, антисептиков и других.

Этикеточные клеи, в частности, должны обеспечивать приклеивание разнообразных этикеток (выполненных из бумаги, полимерных пленок, фольги, кожи, ткани, комбинированных материалов) к упаковке или изделиям, изготовленным из различных материалов (картона, стекла, пластмасс, керамики, металлов, кожи, натуральных и синтетических тканей и т. д.) и имеющим на этикетируемых поверхностях разнообразные отделочные, защитные и декоративные покрытия. Многообразие возможных комбинаций по химическому составу склеиваемых поверхностей, в сочетании с предъявляемыми разнообразными технологическими и эксплуатационными требованиями, обуславливают, тем самым, применение широкой номенклатуры этикеточных клеев, а также требует разработки новых более совершенных композиций.

### **18.3.1. Сухие этикетки**

Сухие этикетки в общем объеме этикеточной продукции составляют около 40 процентов. Подавляющее количество таких этикеток изготавливается из бумаги и наклеивается на стандартную стеклянную, жестяную и полимерную тару (бутылки, банки, флаконы), в которую упаковывается такая ординарная продукция массового повседневного спроса, как безалкогольные и алкогольные напитки; овощные, мясные и рыбные консервы; товары бытовой химии и др. Решающими факторами их широкого применения являются самая низкая стоимость, технологичность изготовления, хорошее качество полиграфического оформления, высокая производительность при этикетировании (до 1600 шт./мин), традиционность в восприятии потребителями, легкое удаление этикетки с многооборотной тары. Наряду с бумажными этикетками применяются сухие этикетки, выполненные из фольги, а также металлизированной бумаги и других многослойных материалов на основе бумаги. Фольга и металлизированная бумага – дорогой

материал, но для некоторых товаров такие этикетки просто незаменимы, так как их яркий металлический блеск в сочетании с красочным полиграфическим оформлением привлекает внимание покупателей и подчеркивает высокое качество товара. С такими этикетками, как в стандартной, так и декоративной потребительской упаковке, выпускаются, например, фирменные ликероводочные товары, высококачественные вина, некоторая косметическая продукция. Этикетки из фольги – «любимое дитя» многих маркетологов и дизайнеров.

При изготовлении этикеток из бумаги необходимо учитывать расположение ее волокон, так как это влияет на направление скручивания материала при нанесении клея и может усложнить процесс закрепления этикеток. Так как скручивание происходит перпендикулярно машинному направлению волокон, то этикетки должны изготавливаться с направлением волокон в листе, параллельным основанию цилиндрической тары.

Для приклеивания бумажных этикеток чаще всего используются жидкие клеи на основе водорастворимых природных или синтетических полимеров, наносимые непосредственно в процессе этикетирования. Эти клеи должны удовлетворять двум основным требованиям – надежно удерживать этикетку на таре, в том числе при повышенной влажности воздуха, а также обеспечивать ее легкое отделение от многооборотной тары в моечных агрегатах, предусмотренными для этого моющими средствами, разрешенными к применению в пищевой и фармацевтической промышленности. Для получения качественных клеевых соединений необходимо, прежде всего, учитывать химическую природу соединяемых материалов и состояние склеиваемых поверхностей. В частности, характерной особенностью химического состава стекла и бумаги является присутствие полярных функциональных групп, а также низкая степень шероховатости их поверхностей. Из этого следует, что клеи для системы «стекло-бумага» также должны содержать полярные группы. К таким относятся следующие клеи, применяемые для приклеивания к стеклянной таре бумажных этикеток в течение нескольких десятилетий:

- клей СК-1 (ТУ38-2-30-68), представляющий собой 10-процентный водный раствор поливинилового спирта;
- клей МФ-60 (ТУ38-2-29), являющийся продуктом конденсации карбамида с формальдегидом в щелочной среде;

- клей «Орион» (ТУ1-60-67), представляющий собой дисперсию поливинилацетата, содержащую пластификатор, 5-процентный водный раствор натрийкарбоксиметилцеллюлозы и антисептик;
- клей казеиновый (ТУ38-7-44-68), представляющий щелочной раствор казеина, канифоли, жидкого стекла и антисептика;
- клей декстриновый (РТУ ЛитССР 321-66), который представляет собой водный раствор декстрина, содержащий сгущающие вещества (бура, животные клеи) и антисептики.

Все эти клеи содержат водорастворимые полярные полимеры, обуславливающие их высокую адгезию к стеклу и бумаге, придающие им требуемую вязкость и обеспечивающие разрушение клеевого соединения при смывке этикеток с многооборотной тары в моечных агрегатах. Из приведенных клеев наиболее широко применяются декстриновые и казеиновые клеи, обеспечивающие быстрое и прочное склеивание, не вытекающие из-под этикетки и позволяющие легко их смывать с поверхности многооборотной тары. Вместе с тем казеиновые клеи недостаточно жизнестойкие. При длительном хранении (свыше 3 месяцев) их клеящие свойства могут ухудшаться. Декстриновые клеи чаще всего готовятся непосредственно у потребителя путем смешивания сухого декстрина с водой и завариванием в воде. Казеиновые клеи, а также синтетические и комбинированные поступают к потребителю в готовом виде. Эти клеи чувствительны также к воздействию отрицательных температур. Присущая казеиновым и декстриновым клеям низкая жизнестойкость и чувствительность к действию отрицательных температур устранена в этикеточных синтетических клеях марки ВРП-1М и ВРП-2М, разработанных в Республике Беларусь на основе водорастворимых синтетических полимеров, прежде всего сополимеров акриламида с акрилатом натрия. Стоят эти клеи в 2–3 раза меньше казеиновых клеев за счет использования дешевого местного полимерного сырья – отходов производства полиакрилонитрильных волокон.

Крышки из фольги (платинки), на лицевой поверхности которых напечатана красочная этикетка, широко применяются, например, для укупоривания пластмассовых стаканов с йогуртами, сметаной, шоколадом и другой пастообразной продукцией. Герметичное приклеивание такой крышки – этикетки к кольцевой отбортовке стакана осуществляется путем расплавления нагревательным устройством по соединяемому контуру термопластичной клеящей пленки, предварительно нанесенной на сопрягающуюся поверхность фольги. Таким же

образом часто укупориваются пластмассовые лотки, коробки и банки с разнообразной продукцией. Для продления сроков хранения пищевых продуктов такая упаковка может выполняться с удалением из внутренней полости воздуха (вакуумной), а также с заполнением внутреннего объема модифицированной или регулируемой газовой средой.

Очевидными недостатками сухих этикеток является то, что при приклеивании их водорастворимыми клеями не обеспечивается защита упакованного товара от подделки, на таре и этикетке не исключаются подтеки и видимые остатки клея, клеевые соединения не устойчивы к влаге и перепадам температуры, что приводит к сморщиванию этикетки. В связи с этим сухие этикетки в последние годы постепенно теряют свои позиции на многих видах товаров и постепенно заменяются более совершенными самоклеящимися, термоусаживающимися и вплавляемыми этикетками.

### **18.3.2. Самоклеящиеся этикетки**

Самоклеящиеся этикетки в общем объеме этикеточной продукции уже занимают более 50 % и имеют тенденцию к дальнейшему устойчивому росту объемов их производства. При этом с каждым годом значительно расширяется и сфера их применения. Такая популярность самоклеящихся этикеток связана с тем, что они изготавливаются с нанесенной на присоединяемую поверхность клеевой композицией постоянной липкости, имеющей заданный уровень адгезии к этикетуемым поверхностям. Благодаря этому существенно упрощается процесс этикетирования продукции; обеспечивается приклеивание этикеток практически в любых доступных местах, как на упаковке, так и непосредственно на изделиях; улучшается качество и повышается культура производства; процессы этикетирования стандартной и декоративной тары легко автоматизируются; расширяется сфера применяемых материалов и возможности художественно-декоративного оформления этикеток. В зависимости от предъявляемых требований, выполняются такие этикетки с применением широкой гаммы печатных, декоративных и защитных технологий на разнообразных видах бумаги, фольге, полимерных пленках, а также многослойных ламинированных и кашированных материалах, содержащих бумагу, фольгу, полимерные пленки, металлизированные и другие покрытия в различных сочетаниях. В частности для изготовления таких этикеток широко используется белая полуглянцевая

и высокоглянцевая бумага толщиной 64 мкм и массой соответственно 75 и 83 г/м<sup>2</sup>, поливинилхлоридные прозрачные и непрозрачные, блестящие и матовые пленки, а также полиэтиленовые и полипропиленовые пленки. Например, белую глянцевую полиэтиленовую пленку толщиной 100 мкм со специальным покрытием, обеспечивающим хорошую адгезию краски, широко применяют для изготовления этикеток к шампуням, поставляемым в полиэтиленовых флаконах. При этом за счет применения одинаковых материалов для этикетки и флакона упрощается решение вопроса утилизации и вторичной переработки использованной упаковки. Благодаря более высоким декоративным возможностям большую популярность приобретают прозрачные пленки, создающие на упаковке эффект «отсутствия этикетки». Они выполняются на ламинированном материале, состоящем из прозрачного лицевого слоя, сверхгладкой пленочной подложки и высокопрозрачного клея.

Обычно поставляются самоклеящиеся этикетки (рис. 18.2), закрепленными с одинаковым шагом с помощью клеевого слоя постоянной липкости на несущей бумажной подложке, которая затем вместе с ними сворачивается в рулоны. При этом адгезия клеевого слоя 2 этикетки 1 к антиадгезионному покрытию 3 бумажной подложки 4 должна быть в пределах 5–15 Н/м<sup>2</sup>. Это особенно важно при последующем наклеивании таких этикеток на тару этикетировочными автоматами. Практикуется также поставка самоклеящихся этикеток и на листовых подложках.

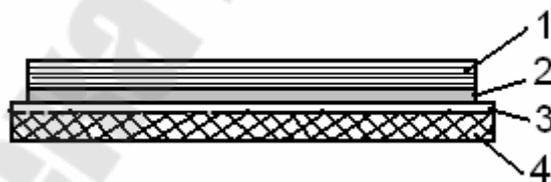


Рис. 18.2. Схема закрепления самоклеящихся этикеток на несущей подложке

Наносимые на этикетки клеевые композиции постоянной липкости изготавливают обычно на основе водной дисперсии сополимера акрилового эфира. Эти клеи сохраняют свои липкие свойства в течение не менее трех лет и характеризуются устойчивостью к воде, влиянию низких температур, воздействию ультрафиолетового излучения, а также высокими адгезионными свойствами. По уровню адгезии к этикетлируемым поверхностям они подразделяются на следующие:

Суперперманентные клеи – обладают свойствами мгновенного прилипания. Применяются для закрепления этикеток на неровных и пористых рабочих поверхностях (гофрокартоне, пенопласте), а также на поверхностях с малым радиусом кривизны (например, ампулах). К этой группе, в частности, относятся клеи марок R6 и T7.

Перманентные (постоянные) клеи – применяются тогда, когда этикетка должна оставаться на рабочей поверхности в течение всего срока службы упаковки или изделия. Попытки отделить приклеенную ими этикетку приводят к повреждению самой этикетки или сопрягающейся с ней поверхности (клеи марок R3 и R4).

Съемные клеи – применяются в случаях, когда необходимо через определенное ограниченное время отделить этикетку от рабочей поверхности без следов клея (клеи марок R1 и R2).

Смываемые клеи – используется для этикетирования текстильной и другой аналогичной продукции.

В частности, клей марки R1 имеет минимальные адгезионные свойства и обеспечивает достаточно легкое снятие этикетки с большинства материалов.

Клей R2 обладает хорошей начальной адгезией, но при необходимости отделяется без остатка от большинства материалов.

R3 и R4 – перманентные клеи для наиболее широко применяемых самоклеящихся этикеток.

R6 – суперперманентный клей, имеющий очень высокие адгезионные свойства, в том числе к полиолефиновым поверхностям; снимается только с помощью механических или химических средств и характеризуется повышенной устойчивостью к воде.

T7 – суперперманентный клей, обладающий высокой адгезией к полиэтилену и другим материалам, а также повышенной устойчивостью к воде и маслам.

Несмотря на некоторые недостатки, заключающиеся в более высокой стоимости (в сравнении с сухими этикетками), в существенно меньшей скорости работы этикетировочных автоматов (от 100 до 300 шт./мин), в необходимости сбора и утилизации остающихся рулонов и листов бумажных подложек (после восстановления антиадгезионного силиконового покрытия их можно использовать повторно) и в более сложной технологии производства, сфера применения самоклеящихся этикеток постоянно расширяется. С такими этикетками упаковываются сегодня многие продукты питания; фирменная ликероводочная и консервная продукция; товары парфю-

мерно-косметической, легкой, химической и фармацевтической отраслей производства; чистящие, моющие и многие другие товары бытовой химии; изделия бытовой и электронной техники. При этом самоклеящиеся этикетки часто выполняют и дополнительные функции, например, при наклеивании на места сопряжения клапанов обеспечивают укупорку пачек и ящиков; нанесением их на места сопряжения корпуса с крышкой производится укупорка с защитой от вскрытия коробок, пеналов и банок; наклеиванием на места сопряжения клапана с корпусом запечатываются пакеты и папки; фиксируются соединения на обертках, оболочках и бандеролях. Для этого этикетки могут печататься в виде повторяющихся элементов на липких лентах. Самоклеящиеся этикетки, с перманентными и суперперманентными клеями, нанесенные на места соединения укупорочных средств (колпачков, пробок, крышек) с корпусом тары, одновременно являются и надежным средством защиты от несанкционированного доступа к содержимому.

Сфера применения самоклеящихся материалов не ограничивается только упаковочным производством. Они широко применяются в автомобилестроении, приборостроении, электронике, бытовой и другой технике для нанесения на изделия маркировки, товарных знаков, поясняющих надписей, пиктограмм, элементов идентификации и защиты от подделки, а также рисунков и декоративного оформления. Служат также для рекламно-информационного и художественного оформления витрин магазинов и помещений; применяются в оформлении планшетов, стендов и других изделий внешней рекламы; для нанесения маркировки, поясняющих надписей и знаков, например, на стеллажах складов, а также в других местах производственных и жилых помещений.

Наблюдающийся рост объемов производства самоклеящихся этикеток и материалов связан с постоянным совершенствованием технологий их производства и улучшением качества; с большим разнообразием применяемых при изготовлении печатных, отделочных и защитных технологий; с высокой приспособляемостью этикеток к различным формам тары и упаковки; с простотой их нанесения и качественным закреплением при заданном уровне адгезии к сопрягающейся поверхности; с обеспечением надежной защиты товара от подделки и незаметного использования; с быстрой переналадкой этикетировочных автоматов при смене этикеток; с возможностью стерилизации этикеток для фармацевтической промышленности и т. д. Благодаря перечислен-

ным качествам постоянно расширяется и сфера применения самоклеящихся материалов, как в области упаковочного производства, так и в других отраслях промышленности, например, для художественно-декоративного оформления выпускаемых изделий.

#### **18.4. Объемные этикетки**

Дизайнеры постоянно работают над расширением художественно-декоративных возможностей обычных плоских этикеток и нередко получают хорошие результаты. Однако настоящим прорывом в этом направлении стало создание самоклеящихся этикеток и эмблем с утолщенным (от 1 до 3 мм) прозрачным полимерным покрытием. Такие трехмерные эмблемы, этикетки и другие изобразительные изделия стали называться объемными. Иногда к ним применяют название «резината» (от итал. *resinata* – «залитая смолой»). Получают их путем нанесения на обычную плоскую этикетку (основу) прозрачного или окрашенного полимера, химическая природа которого может быть различной. Обычно для этого используются термореактивные пластмассы, из которых наиболее широко применяются полиуретановые композиции, позволяющие получать жесткие, полуэластичные и эластичные этикетки, в зависимости от структуры исходных олигоэфиров и содержания гидроксильных групп. Объемные полиуретановые покрытия (заливки) после полимеризации (отверждения) характеризуются привлекательным внешним видом, а также высокой механической, термической (от  $-40$  до  $+80$  °C) и химической стойкостью (к воде, бензину, маслам и другим агрессивным средам). Они могут защитить рисунок этикетки и от воздействия ультрафиолетовых излучений, но для этого в композицию добавляются специальные химические фильтры. Объемные этикетки с полиуретановой заливкой обладают также способностью к саморегенерации, которая заключается в том, что появившиеся на поверхности полимера царапины и другие повреждения самопроизвольно затягиваются и через некоторое время она опять становится гладкой и блестящей. Благодаря особым оптическим свойствам этот полимер после отверждения образует своеобразную линзу, которая зрительно увеличивает нанесенное на этикетку изображение и делает красочный рисунок на ней более насыщенным, ярким и блестящим.

Областью применения объемных этикеток определяется и ассортимент используемых в ее производстве материалов – тип основы, вид печати, марка красок и клея. В качестве основы применяются

разнообразные листовые и пленочные материалы. Чаще всего это пленки – поливинилхлоридные (ПВХ), акрилонитрилбутадиенстирольные (АБС), поликарбонатные (ПК), полиэстеровые и другие. Реже применяется металлическая фольга, а бумага практически не применяется. Наиболее привлекательными этикетки получаются на металлизированных и голографических пленках, когда оптические свойства основы и заливочного полимера, суммируясь, создают неповторимый эффект, способный украсить любое изделие, расставляя необходимые акценты и оживляя его внешний вид. Иногда в качестве основы используют светоотражающую пленку. Такая этикетка или эмблема может имитировать катафот и использоваться в производстве велосипедов, обуви, как габаритный указатель на дверцах автомобилей и для других аналогичных целей.

Благодаря великолепным эстетическим свойствам, высокой физико-механической и химической устойчивости объемные этикетки и другие изобразительные изделия широко применяют сегодня в таких областях, как:

- этикетирование бытовой техники (холодильники, стиральные машины) и промышленного оборудования;
- декорирование автомобилей, мотоциклов, велосипедов и других изделий;
- изготовление рекламно-сувенирной продукции (брелоки, значки, эмблемы, наклейки и т. д.) и бижутерии (пуговицы, бусы);
- этикетирование эксклюзивных видов упаковок (с высококачественными винами и другими напитками, с парфюмерно-косметической продукцией, с сувенирными и коллекционными изделиями, с подарочными наборами и т. д.);
- изготовление гарантийных пломб и идентификационных наклеек европейского стандарта, предотвращающих несанкционированный доступ к компонентам электронных приборов и других изделий или их подделку;
- производство клавиатур, сенсорных панелей с электропроводящей краской, приборных мнемонических панелей из поликарбонатного пластика различной толщины, пультов управления;
- производство полиграфической продукции (объемное выделение элементов печати);
- защита от воздействия окружающей среды фотографий и других изображений на памятниках, стендах, витринах, вывесках и т. д.

В настоящее время разрабатываются также специальные технологии применения объемных этикеток и эмблем в производстве спортивной и специальной одежды, обуви и других товаров.

Процесс производства объемных этикеток включает следующие основные операции:

- нарезание материала на листы соответствующего формата;
- полиграфическое нанесение на листовый материал изображений этикетки принятыми способами печати;
- высечку этикеток на листовом материале по замкнутому контуру с удалением отхода основы;
- заливку поверхности этикеток полимерной композицией;
- укладку листов на поддоны и вылеживание на стеллаж;
- проверку качества, укладку в стопы и упаковывание этикеток.

Наиболее часто объемные этикетки изготавливаются из самоклеящихся материалов, содержащих на основе клеевой слой постоянной липкости, сопрягающийся с антиадгезионным покрытием защитной бумажной подложки. В связи с тем, что все заливочные машины работают только на листовых материалах, то на первой операции технологического процесса исходный материал нарезается на листы заданного формата, в пределах от 40 x 40 см до 50 x 70 см.

Полиграфическое оформление объемных этикеток может производиться любыми видами многоцветной печати (офсетной, глубокой, высокой, флексографской, трафаретной, тампопечатью и т. д.) на плоскочечатных листовых машинах, обеспечивающих требуемое качество. Однако наиболее часто для их изготовления применяется трафаретная печать, которая может выполняться, в том числе, и более дешевыми матовыми красками.

Далее отпечатанные этикетки высекают на штанцевальных прессах (при больших тиражах) или режущих плоттерах по замкнутому контуру из основы, с последующим удалением с защитной подложки ее отходов. Наличие четкой границы необходимо для того, чтобы заливаемая полимерная композиция не вытекала за края этикетки и удерживалась на ней за счет сил поверхностного натяжения. В случае нанесения заливки на металлическую основу ее края незначительно подгибаются наружу, образуя по контуру этикетки удерживающий буртик. Качественно произведенная вырубка этикетки в значительной степени определяет и качество последующей заливки. Для предотвращения растекания может применяться и специальный лак, наносимый на поверхность трафаретной печатью и создающий на основе

покрытие, имитирующее высеченную этикетку. Это покрытие силами поверхностного натяжения удерживает заливаемую композицию от растекания за его пределы. Данный лак применяется тогда, когда на поверхности этикетки требуется выполнить выборочную заливку одного или нескольких элементов.

Для заливки этикеток полимерной композицией предлагается широкая гамма технологического оборудования: от станков с ручным управлением до высокопроизводительных автоматических линий. Основными функциональными устройствами в этих машинах являются две емкости (под компоненты термореактивного полимера) с дозирующими насосами, соединенная с ними трубопроводами смесительная камера с распределительно-заливочной головкой, а также вакуумный двухкоординатный стол и микропроцессорный блок управления. Перед работой обе емкости заполняются исходными компонентами полиуретановой заливочной композиции: одна – смолой соответствующего состава, а вторая – отвердителем. В процессе работы оборудования компоненты из двух емкостей непрерывно подаются дозирующими насосами в смесительную камеру. Здесь осуществляется их интенсивное смешивание между собой в течение 1–2 секунд и далее полимерная композиция через распределительно-заливочную головку, снабженную полыми иглами, подается на этикетку. Таких игл на распределительно-заливочной головке может быть от 1 до 64 и более, в зависимости от типа станка, размера листа и количества, находящихся на нем этикеток. При этом подача полимерной композиции на этикетки осуществляется одновременно из всех игл. Если же этикетка значительных размеров или удлиненной формы, то на одну ее поверхность может одновременно работать две и более игл. Обычно блок игл крепится к головке неподвижно, а лист с этикетками перемещается под ним по заданной траектории вакуумным двухкоординатным столом. Однако на машинах нового поколения специальным программно управляемым механизмом блок игл тоже может перемещаться по заданной траектории, например, повторяющей форму заливаемой этикетки. Таким образом обеспечивается качественная заливка объектов очень сложной формы и даже отдельных букв или надписей на их поверхности. Обычно в микропроцессорный блок машины вводится информация о размерах и форме этикетки, и она сама по соответствующей программе определяет массу полимерной композиции, которую необходимо нанести на этикетку. Как правило на 1 см<sup>2</sup> поверхности этикетки заливается 0,2 г полиуретановой композиции.

По желанию заказчика этикетка может быть выполнена более или менее выпуклой. Однако при этом следует учитывать, что при больших расходах может наблюдаться вытекание заливки за границы этикетки, а при малых – заливочная композиция может не достичь границ этикетки, и на ней останутся непокрытые участки.

В процессе работы на вакуумный двухкоординатный стол станка укладывается лист с подготовленными к заливке этикетками и фиксируется на нем включением вакуума. Далее иглы, установленные и закрепленные над соответствующими этикетками, производят их одновременную заливку на охватываемом участке листа. Затем головка с блоком игл перемещается ко второму участку листа, и процесс повторяется до тех пор, пока на листе не окажутся залитыми все этикетки. После этого вакуумные присоски стола отключаются, и освободившийся лист вручную или автоматически перемещается на плоский поддон, и далее оператор проверяет на нем качество заливки и, при необходимости, устраняет выявленные дефекты.

Затем поочередно загружаемые поддоны перемещаются постепенно друг за другом по горизонтальным направляющим длиной от 2 до 8 метров к полочным стеллажам и с осторожностью перегружаются на них в строго горизонтальном положении, где вылеживаются в течение периода полной полимеризации и отверждения нанесенного покрытия. Для полиуретановых композиций при комнатной температуре этот процесс продолжается от 18 до 24 ч. Автоматические заливочные линии, как правило, содержат туннельные камеры терморadiационного нагрева, через которые пропускаются поддоны с уложенными листами этикеток. Процесс отверждения покрытия сокращается в них до 10 мин. Изменяя состав исходных компонентов в полиуретановой заливочной композиции, можно получать жесткие, полуэластичные и эластичные объемные этикетки, и другие изобразительные изделия. Эластичные объемные этикетки обычно наклеивают на изделия с криволинейными поверхностями (бутылки, банки, рамы велосипедов, лыжные палки). Полуэластичные объемные этикетки применяют на рекламно-сувенирной продукции, а жесткие этикетки наносятся на ровные прямолинейные поверхности (холодильники, стиральные машины, электробытовые приборы). При этом степень жесткости этикетки не отражается на ее устойчивости к внешним воздействиям.

После полного отверждения нанесенного полимерного покрытия листы с готовыми объемными этикетками снимаются с поддонов

и укладываются друг на друга в стопу для последующего упаковывания. При этом один лист от другого отделяется прокладкой из тонкой силиконовой бумаги, для исключения их слипания. Помещение, где производится заливка и отверждение этикеток, должно быть светлым, идеально чистым (без пыли), с относительной влажностью воздуха не более 50 % и температурой в пределах 20–25 °С.

Благодаря очевидным достоинствам объемные этикетки и другие аналогичные изделия становятся все более популярными и соответственно расширяется сфера их применения. Для производства такой продукции создаются новые высокопроизводительные машины, совершенствуется технология, разрабатываются новые виды заливочных композиций, а в результате повышается качество, расширяются художественно-декоративные возможности и, что особенно важно, снижается себестоимость производства, и такие изделия становятся более доступными для массового применения.

### 18.5. Вплавляемые этикетки

Вплавляемые этикетки приобретают сегодня большую популярность при этикетировании пластмассовой потребительской тары, поскольку обеспечивают не только ее привлекательное художественно-декоративное оформление, но и надежную защиту от подделки. Обычно такие этикетки выполняются на тонких прозрачных пленках, изготовленных из того же материала, что и этикетируемая тара. При этом изображение печатается на этикетке в зеркальном отражении, и она наносится на тару таким образом, чтобы красочный слой контактировал с ее поверхностью, а прозрачная основа этикетки защищала его снаружи. Сущность процесса заключается в том, что эти этикетки помещаются в форму и в процессе формования пластмассовой тары разогреваются от ее контактирующей поверхности, сплавляются с ней и становятся неотъемлемой частью тары.

В частности, такое этикетирование выдувной пластмассовой потребительской тары производится способом, называемым *форм-принт*. При этом способе этикетки, отпечатанные на прозрачной ленте 1 (рис. 18.3), тянущей валковой подачей 2 разматываются с рулона 3 и автоматически подаются через раздувную форму 4 над пуансоном 5, встроенного в нее вырубного штампа, и совмещаются с ним при помощи фотоэлемента 6, контролирующего шаг подачи, по нанесенным на ленту специальным меткам.

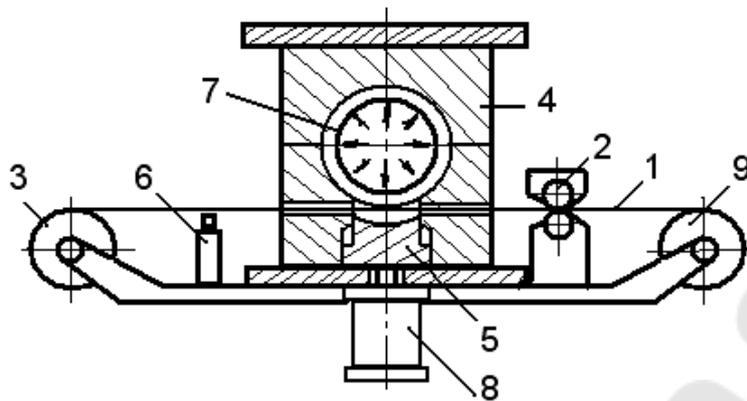


Рис. 18.3. Схема нанесения на тару вплавляемых этикеток

При этом контактирующая с этикеткой поверхность пуансона одновременно является частью стенки формы. В момент раздува тары 7 пуансоном 5, перемещающимся от привода 8, этикетка вырубается из ленты 1 и подается внутрь формы красочным слоем к поверхности изготавливаемой тары. Далее горячая стенка раздуваемой тары плотно прижимается к поверхности этикетки, разогревает ее пленочную основу и сплавляется с ней. После охлаждения изготовленного изделия форма раскрывается, готовое изделие удаляется из нее, затем в форму подается следующая разогретая заготовка (преформа) и цикл повторяется. При этом отходы ленты 1 в процессе подачи этикеток наматываются на бобину 9.

В результате такого этикетирования повышается производительность труда и снижается себестоимость изготовления упаковки, так как из процесса исключается клей и его нанесение на поверхность этикетки, а операция этикетирования выполняется одновременно с изготовлением тары. Кроме этого достигается эффект «отсутствия отдельной этикетки»; обеспечивается надежная защита ее изображения прозрачной пленкой основы от внешних воздействий; упрощается процесс утилизации и вторичной переработки упаковки, так как тара и этикетка выполнены из однородного материала; а также несъемностью этикетки обеспечивается защита тары и упакованной в нее продукции от подделки. Этим способом этикетки успешно наносятся на поверхности, содержащие выступающие ребра жесткости, углубления и другие отклонения от правильного профиля, а также обеспечивается одновременное нанесение с противоположных сторон тары этикетки и контрэтикетки. К недостаткам можно отнести более сложное конструктивное исполнение оснастки и технологического оборудования,

а также более высокую их стоимость и трудоемкость в эксплуатации и обслуживании.

Вплавляемые этикетки аналогичным образом можно закреплять на пластмассовой таре, изготовляемой термоформованием из листовых материалов, а также прессованием, литьем под давлением, инъекцией с раздувом и другими способами. При этом этикетки могут печататься как на прозрачных, так и на непрозрачных ламинированных и кашированных многослойных материалах. Сопрягающаяся с тарой поверхность таких многослойных этикеток, для улучшения адгезии, покрывается специальной термосклеивающей полимерной пленкой. Непрозрачные вплавляемые этикетки, естественно, печатаются как обычные и наносятся на тару красочным слоем наружу.

За рубежом технологии этикетирования тары вплавляемыми этикетками называются «ИН – МОЛД». Иногда к таким этикеткам применяется название «формовые этикетки».

### **18.6. Термоусаживаемые этикетки**

Термоусаживаемые этикетки применяются сегодня в основном для этикетирования стеклянной и пластмассовой потребительской тары (бутылок, флаконов, банок), а также металлических банок и некоторых других видов тары. Такие этикетки обеспечивают не только привлекательное художественно-декоративное оформление упаковки, но и ее защиту от подделки и несанкционированного использования содержимого. Кроме этого они обеспечивают дополнительную защиту относительно хрупкой стеклянной тары от разбивания при ударных воздействиях, так как являются одновременно и амортизирующей оболочкой. Термоусаживаемые этикетки выполняются как на прозрачных пленках, создающих эффект «отсутствия этикетки», так и цветных красочно декорированных материалах, покрывающих весь корпус тары и придающих товару привлекательный внешний вид. Изготавливаются такие этикетки на термоусадочных пленках и отличаются от обычных рядом, только им присущих, специфических свойств.

*Термоусадочными* называются полимерные пленки, способные сокращаться под воздействием температуры, превышающей температуру размягчения полимера. Получают такие пленки растяжением полимерного материала в высокоэластичном нагретом состоянии и последующим охлаждением. Следствием этого является направленная ориентация молекулярных цепей полимера и возникновение в них напряжений. При последующем охлаждении и затвердевании эти де-

формации и напряжения фиксируются в материале в результате протекания процессов стеклования и кристаллизации. При повторном нагревании в таких пленках протекают релаксационные процессы и они стремятся вернуться к своим первоначальным размерам. Эту способность обратного возвращения называют «памятью полимера» или термоусадкой. Термоусадочные пленки могут быть изготовлены из многих кристаллизующихся термопластов, в том числе из полиэтилена низкой и высокой плотности, полипропилена, сополимеров этилена с винилацетатом, поливинилхлорида, сополимеров винилиденхлорида и винилхлорида (повидена), полистирола, гидрохлорида полиизопрена (эскаплена) и других. Важными характеристиками термоусадочных пленок являются такие, как степень усадки (коэффициент усадки) и напряжение усадки.

**Степень усадки** характеризуют отношением линейных размеров образца пленки до и после усадки. Она определяется по формуле:

$$K_{yc} = \frac{l_0 - l}{l_0} \cdot 100 \%,$$

где  $l_0$  и  $l$  – длина образца до и после усадки.

**Напряжение усадки**  $\sigma_{yc}$ , возникающее в ориентированном материале при его нагревании, определяется отношением силы усадки к поперечному сечению образца пленки до усадки и выражается в МПа. Напряжение усадки зависит от температуры и продолжительности нагрева пленки. При невысокой температуре нагрева для усадки пленки требуется больше времени, а при высоких температурах – время усадки может быть незначительным. В зависимости от степени усадки в продольном и поперечном направлениях различают пленки одноосно-ориентированные и двухосно-ориентированные. Одноосно-ориентированные пленки усаживаются преимущественно в одном направлении: например, в продольном на 50–70 %, а в поперечном на 10–20 %. Двухосно-ориентированные пленки сокращаются в обоих направлениях с одинаковой или различными степенями усадки: например, в продольном направлении на 50–60 %, а в поперечном – на 35–45 %. В зависимости от метода производства и требований потребителей термоусадочные пленки выпускаются толщиной от 20 до 250 мкм с предельным отклонением по толщине не более  $\pm 20$  % от заданной. Поставляются они рулонами в виде рукава, полурукава или полотна.

Для изготовления этикеток применяются, как правило, одноосно-ориентированные (в поперечном направлении) термоусадочные рулонные пленки, поставляемые в виде рукава или полотна. Особенностью полиграфического оформления таких этикеток является то, что изображения на них печатаются в несколько искаженном растянутом виде, адекватном последующей усадке (сокращению) материала при этикетировании тары. Выполняются такие этикетки полностью опоясывающими тару и закрепляются на ней за счет напряжений усадки, возникающих в результате термоусаживания материала. При этом односторонние опоясывающие этикетки (рис. 18.4, а) рациональнее печатать на рукавном рулонном материале, а этикетки содержащие изображения по всей поверхности корпуса тары (рис. 18.4, б) удобнее печатать на рулонном полотне с последующим (при этикетировании) его сворачиванием и свариванием непрерывным продольным швом в рукав.

Процесс этикетирования тары включает следующие основные операции (рис. 18.4, а):

- подачу рукавного материала с разматывающегося рулона на заданную длину, контролируруемую оптическим датчиком 1, по нанесенным на материал специальным меткам;
- отрезание этикетки 2 от рукавного материала на заданную длину;
- расправление отрезанной этикетки 2 в кольцо и надевание его на тару 3;
- термоусаживание этикетки 2 кратковременным нагреванием материала нагревателями 4 по всей поверхности; при этом она сокращается в диаметре и принимает форму тары 3;

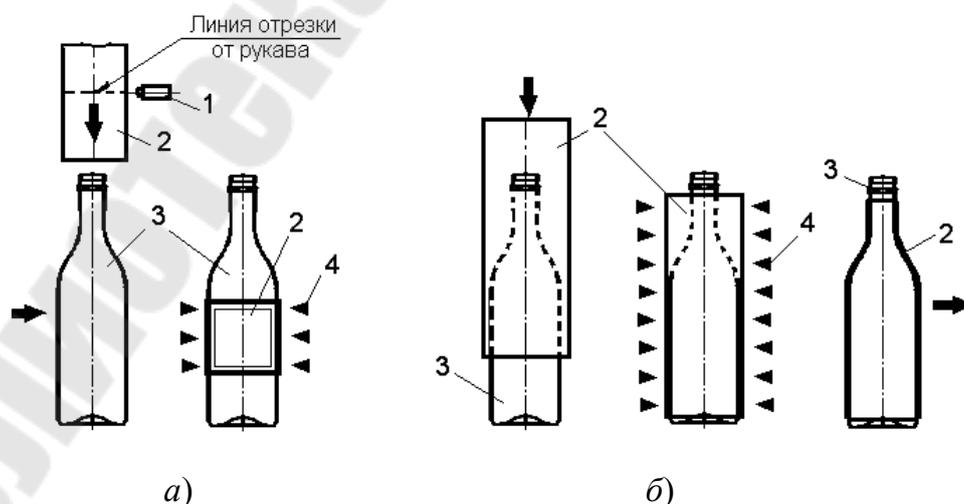


Рис. 18.4. Схемы нанесения на тару термоусаживаемых этикеток

– охлаждение материала этикетки и передача тары на последующие операции упаковочного процесса.

В частности, такими термоусаживаемыми этикетками некоторые предприятия оформляют в настоящее время 330-миллилитровые одноразовые металлические банки типа 202, применяемые для упаковки напитков. Этикетки для них выполняются на поливинилхлоридной рулонной рукавной пленке, имеющей 20-процентную усадку. Для этого в фасовочно-упаковочную линию встраиваются автоматы: этикетировочный модели 2300 с рулонной подачей этикеток и термоусадочный модели 700 с аппликаторами, обеспечивающими равномерный нагрев и усадку материала этикетки в процессе вращения банки. Производительность линии составляет 300 упаковок в минуту. Такая технология этикетирования тары позволила этим предприятиям освободиться от прямых закупок большой номенклатуры банок с традиционным метографическим оформлением под разнообразные виды производимых напитков. В итоге сократились расходы на складирование и хранение запасов этих банок, обеспечено привлекательное оформление товара, а также оперативное усовершенствование дизайна этикеток в соответствии с динамично изменяющимися требованиями рынка, что позволяет такой упаковке выгодно выделяться на фоне аналогичной продукции на полках магазинов и супермаркетов. Несомненным достоинством таких этикеток является и то, что для их закрепления не требуются такие дополнительные расходные материалы, как клей, а однородная усадка устраняет традиционные проблемы отслаивания, смятия и коробления, присущие традиционным бумажным этикеткам.

Альтернативные технологии этикетирования, появившиеся на рынке (опоясывающие и покрывающие термоусаживаемые этикетки, объемные и вплавляемые этикетки и т. д.), составляют сегодня около 15 % в общем объеме этикеточной продукции и обладают наиболее значительными перспективами дальнейшего развития и роста.

### **18.7. Этикетки для одежных и галантерейных товаров**

Наряду с рассмотренными широко применяются и другие этикетки, менее заметные, но не менее важные. Это этикетки, которые вшиваются и навешиваются на одежные товары (швейные, трикотажные, вязанные, меховые), швейные бытовые изделия (постельное бе-

лье, одеяла, подушки, шторы), многие галантерейные товары (сумки, портмоне, зонты) и другую аналогичную продукцию.

Навешиваемые этикетки (ярлыки) для таких товаров обычно выполняются на прямоугольных листках картона, содержащих, как правило, в верхней части отверстие для закрепляющей нити, иногда армированное металлическим или пластмассовым упрочняющим кольцом. Могут выполняться такие этикетки и сложенными в виде обложки. На их лицевой стороне обычно печатаются в красочном оформлении изображения и надписи рекламного характера с товарным знаком (брэндом) и наименованием изготовителя, а на оборотной стороне приводятся стандартные сведения о товаре (например, для одежды: знак о сертификации товара, наименование изделия и номер соответствующего стандарта, размер, модель, артикул, вид материала, дата изготовления, цена) и штриховой идентификационный код товара. Такие этикетки часто изготавливаются на мелованном картоне или картоне, покрытом прозрачной полимерной пленкой; иногда применяется картон с металлизированным покрытием. К изделиям такие этикетки прикрепляются обычными или декоративными нитями, содержащими на концах фиксирующие клипсы, или концы которых заделываются неразъемным образом в пластмассовые фирменные пломбы. Этикетки могут также пристегиваться специальными пластмассовыми скрепками, булавками и другими крепежными элементами.

Вшиваемые этикетки маркировочного назначения изготавливают из таких специфических материалов, как полиэстер, нейлон, ацетат, флизелин, прокламелин и т. д., обычно поставляемых в виде лент. Эти этикетки, как правило, остаются на изделии в течение всего срока его службы. Информация печатается на них несмываемой краской, например, для одежды следующего характера: товарный знак изготовителя, размер, вид материала, эксплуатационная маркировка, артикул и регистрационные данные. Широко применяются также фирменные тканые этикетки, у которых фоновая поверхность, надписи и изображения выполнены разноцветными гармонично сочетающимися нитями.

Для печатания вшиваемых этикеток и стандартных сведений о товаре (со штриховым кодом) на картонных этикетках предприятия в настоящее время широко используют разнообразные этикеточные термотрансферные принтеры, позволяющие оперативно изготавливать требуемые этикетки тиражами от одной до сотен тысяч, в зависимости от того, сколько единиц конкретного товара планируется изгото-

вить. Печатаемое изображение при этом вначале формируется на персональном компьютере и выводится с него непосредственно на принтер. Для этого можно использовать как стандартные программы пакета MSOffice, позволяющие легко сформировать этикетку, так и специализированные программы, обладающие более широкими возможностями. Информация может наноситься в виде текста, графического изображения, штрихового кода и т. д. Печать производится за счет переноса краски с красящей ленты, установленной в принтере, на соприкасающуюся поверхность этикетки в тот момент, когда она протягивается вместе с лентой между термоголовкой и прижимным валом принтера. Для изготовления таких этикеток, в частности, широко применяются термопринтеры фирмы AVERY DENISON (Германия) модели ТТК – обеспечивающие печатание вшиваемых этикеток на ленточном материале с их отрезкой и стапелированием, а также модели TDI – печатающие на картонных флатовых заготовках с их стапелированием. Производительность этих принтеров составляет от 50 до 100 этикеток в минуту. Достаточно высокая производительность и оперативность в подготовке печатаемой информации позволяют изготавливать такие этикетки по мере необходимости, не создавая больших запасов.

Привлекательные этикетки на тканевых синтетических материалах получают также горячим тиснением переводной фольгой. Для этого применяются специальные узкофульные автоматы, печатная секция которых представляет собою прессовое устройство, в котором переводная фольга прижимается к запечатываемой поверхности этикетки специальным клише с рельефным изображением, нагретым до температуры 120–130 °С. При этом под действием тепла и давления металлизированный слой отслаивается от основы переводной фольги и закрепляется на поверхности изделия за счет адгезии. Переводная фольга содержит основу (пленку из целлофана толщиной 10–25 мкм) и нанесенные на нее разделительный, красочный (металлизированный) и адгезивный (клеящий) слои. Этот метод печати широко применяется и для дополнительного декорирования лицевой стороны картонных этикеток. Потребительские свойства этикеток, отпечатанных горячим тиснением, весьма высоки. При данном методе печати особенно оправданы малые тиражи.

Для изготовления таких этикеток применяется также трафаретная печать и другие виды печати, обеспечивающее требуемое качество.

## 19. ЭТИКЕТИРОВОЧНЫЕ МАШИНЫ

Современные этикетировочные машины способны закреплять этикетки на упаковку любой формы и изготовленную из самых разнообразных материалов с производительностью, достигающей 120 тысяч упаковок в час. Конструктивное исполнение этих машин определяется видом и формой этикетки, методом ее закрепления на таре, видом и формой тары, требуемой производительностью и рядом других факторов. В частности, процесс нанесения плоских этикеток автоматами на бутылки и банки в общем виде включает в себя подачу тары к месту нанесения этикетки, захват этикетки из магазина и ее подготовку к закреплению, перенос этикетки к таре, ее закрепление и разглаживание на таре, вывод этикетированной упаковки из автомата. Закрепляются плоские этикетки на бутылках и банках, как правило, приклеиванием. По характеру перемещения тары в процессе этикетирования эти автоматы можно разделить на роторные, карусельные дискретного и непрерывного действия, а также линейные дискретного и непрерывного действия. В дискретных автоматах тара перемещается с остановками на рабочих позициях в период выполнения исполнительными механизмами действий, предусмотренных технологическим циклом. Автоматы непрерывного действия характеризуются тем, что исполнительные механизмы выполняют в них, предусмотренные технологическим циклом, действия в процессе непрерывного перемещения тары с позиции на позицию, занимая при этом постоянное положение. Роторные же автоматы характеризуются тем, что исполнительные механизмы непрерывно перемещаются в них совместно с этикетируемыми объектами.

Основным конструктивным элементом этикетировочных машин является этикетировочная станция. По виду применяемого клея они подразделяются на станции холодного клея, станции горячего клея и станции самоклеящихся этикеток. По способу подачи этикетки из магазина различают этикетировочные станции без этикетопереносчика, а также с рычажным или барабанным этикетопереносчиками. При этом захват этикеток из магазина может выполняться посредством клеевого слоя, а также механическими захватами или вакуумными присосками. Для подачи тары к месту нанесения этикетки в этих автоматах чаще всего применяются ленточные, пластинчатые и шнековые транспортеры или транспортные роторы, а для закрепления этикетки обычно используются щетки и/или разглаживающие ролики.

В частности, для наклеивания бумажных этикеток на цилиндрические жестяные консервные банки применяются этикетировочные автоматы модели КЭ-4, в которых захват этикеток из магазина выполняется посредством клеевого слоя нанесенного непосредственно на банку. Данный автомат (рис. 19.1) содержит станину 1, на которой установлены подающий лоток 2, разделительный ролик 3, клеевая станция 4, магазин этикеток 5, ленточный транспортер 6, разгрузочный лоток 7 и электродвигатель 8 с механизмами передачи движения исполнительным органам. Клеевая станция 4 автомата содержит вращающийся валок, погруженный нижней частью в ванну с подогретым декстриновым клеем. При работе этого автомата банки 9 поступают на подающий лоток 2 и из него через разделительный ролик 3 поштучно перемещаются на катящийся их по столу ленточный транспортер 6. В процессе перекатывания банка своей цилиндрической поверхностью прокатывается по вращающемуся валку клеевой станции 4, наносящему на нее клеевые полосы или сплошной слой клея, и далее закатывается на стопу этикеток в магазине 5, верхняя из которых приклеивается к корпусу банки и наматывается на него. В это время в магазине на второй конец этикетки наносится клей из расположенной над ней капельницы. Далее банка поступает на обжимной участок транспортера, где этикетка окончательно прикатывается к ее поверхности роликами и упаковка выводится из автомата по наклонному разгрузочному лотку 7.

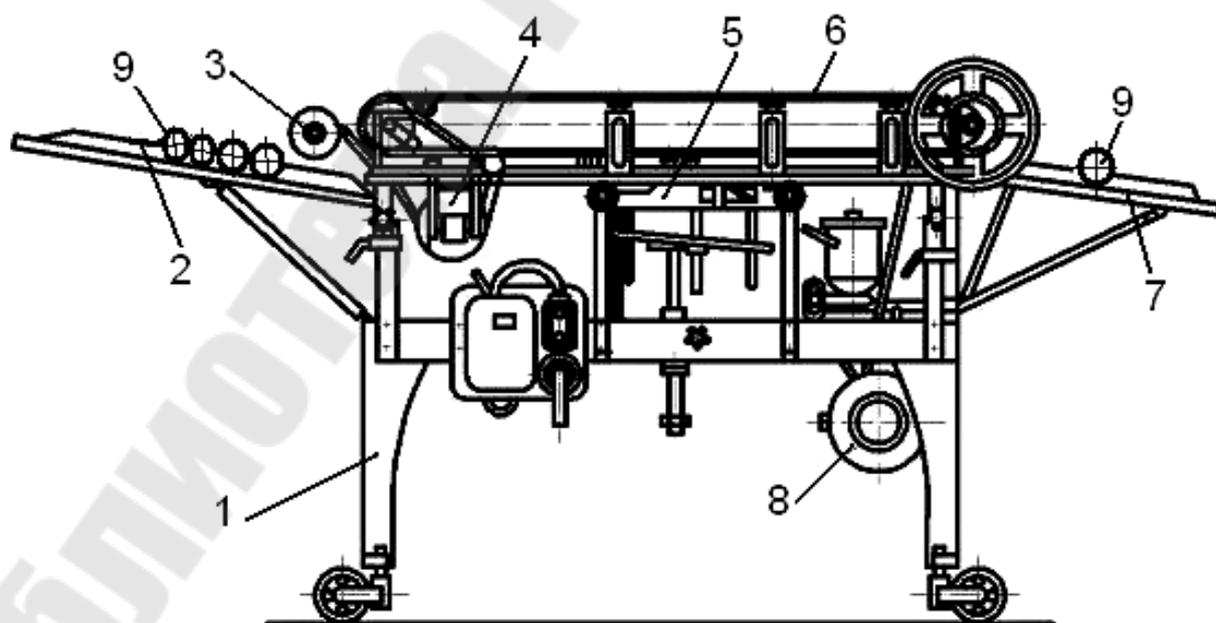


Рис. 19.1. Этикетировочный автомат модели КЭ-4

Магазин 5 автомата вмещает в себя стопу этикеток в количестве 800–1000 штук, закладываемых лицевой поверхностью вниз. Производительность автомата составляет 120–150 банок в минуту. Потребляемая мощность – 1,1 кВт. Габаритные размеры – 2480 x 610 x 1200 мм. Масса – 240 кг.

Конструктивно простые линейные этикетировочные автоматы с качающимся магазином (рис. 19.2) содержат транспортер 1, под которым располагается вращающийся валок 2 клеевой станции, периодически контактирующий как с этикетками, расположенными в качающемся магазине 3, так и с цилиндрической тарой 4, перекатываемой по прямолинейному транспортеру 1.

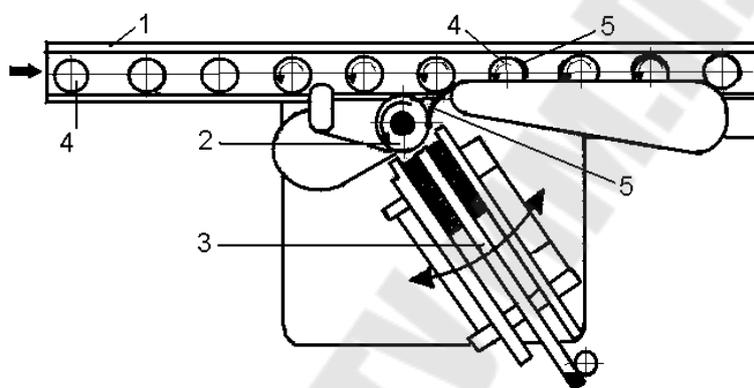


Рис. 19.2. Схема линейного этикетировочного автомата с качающимся магазином

В процессе работы автомата валок 2 постоянно вращается и смазывается клеем. При подаче транспортером 1 тары 4 в этикетировочную станцию магазин 3 автомата находится в крайнем левом положении и в этот момент валок 2 соприкасается с находящейся в нем верхней этикеткой. Далее при равных скоростях вращения вала и качательного движения магазина право этикетка захватывается клеевым слоем вала и извлекается из магазина, накатываясь на валок. Затем промазанная клеем этикетка 5 переносится валком и накатывается с него проклеенной стороной на тару 4. При дальнейшем перемещении тары этикетка окончательно прикатывается роликами к ее поверхности, и упаковка этим же транспортером выводится из автомата. Достоинством таких автоматов является то, что они могут работать с этикетками разной длины (от частичной до круговой) без замены конструктивных элементов, а также в простоте конструкции и низкой стоимости.

К линейным машинам с барабанным этикетопереносчиком относятся наиболее распространенные автоматы модели ВЭМ. На станции 1 (рис. 19.3) такой автомат содержат пластинчатый 2 и шнековый 3 транспортеры, накатной конвейер 4, барабанный этикетопереносчик 5, качающийся магазин 6 с этикетками 7, штемпельное устройство 8, клеевую ванну 9 с намазывающим роликом 10, а также электродвигатель с механизмами передачи движения исполнительным органам. Кроме этого в нем предусмотрены блокирующие устройства с функциями: «нет бутылки – нет этикетки» 11, а также «нет этикетки – нет клея» и «нет этикетки – нет даты». Барабанный этикетопереносчик автомата содержит шесть резиновых сегментов 12 с присосками, периодически сообщаемыми при определенных углах его поворота с вакуумной установкой или с атмосферой.

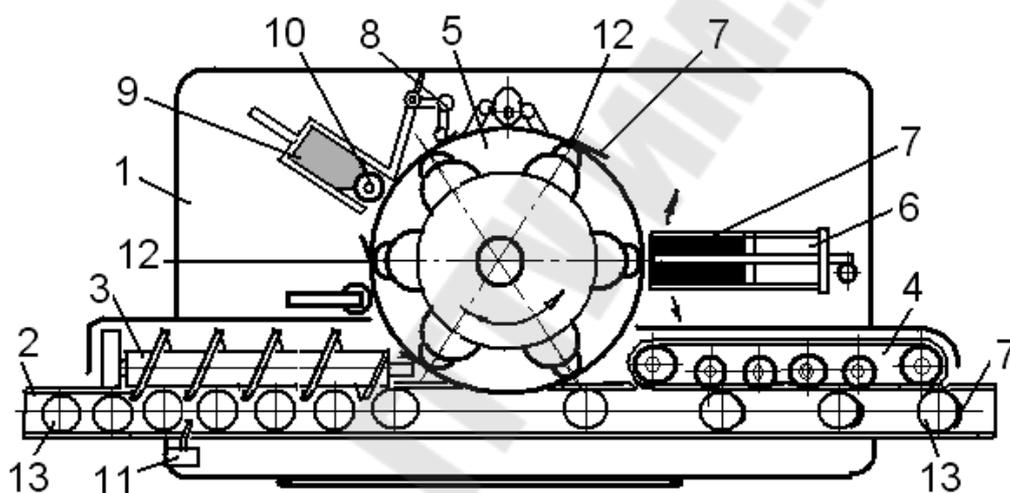


Рис. 19.3. Схема линейного этикетировочного автомата модели ВЭМ

В процессе работы автомата бутылки 13 пластинчатым транспортером 2 перемещаются к вращающемуся шнеку 3 и далее с заданным шагом подаются им к барабанному этикетопереносчику 5. В это время присоски резиновых сегментов 12 вращающегося барабана 5 поочередно встречаются с качающимся магазином 6 и на участке совместного синхронного движения соприкасаются с верхней этикеткой стопы. Соединяясь в этот момент с вакуумной магистралью, присоски захватывают этикетку за передний край и извлекают из магазина 6, движение которого вначале замедляется, а затем переключается на обратное. При дальнейшем вращении барабана 5 на этикетке 7 штемпельным устройством 8 проставляется дата и намазывающим роликом 10 наносятся полосы клея, набираемого из клеевой ванны 9.

В момент нанесения клея этикетка придерживается на барабане специальной гребенкой. По окончании поворота барабана на угол  $270^\circ$  этикетка встречается с бутылкой и в процессе синхронного перемещения наклеивается на ее поверхность. Сегменты 12 барабана в этот момент соединяются с атмосферой, вакуум в них исчезает и присоски отпускают этикетку. Затем бутылки пластинчатым транспортером 2 перемещаются между накатным конвейером 4 и подушкой из губчатой резины. Здесь бутылки 13 приводятся во вращение относительно вертикальной оси роликами накатного конвейера, при этом этикетки 7 разглаживаются на их поверхности и надежно закрепляются. Далее транспортером 2 бутылки выводятся из автомата и подаются на следующие операции упаковочного процесса.

При отсутствии бутылки между винтовыми дисками шнека 3 щуп не нажимает на выключатель блокирующего устройства 11 «нет бутылки – нет этикетки» и его контакты остаются замкнутыми. В результате соответствующий включенный электромагнит блокирует своим сердечником перемещение магазина 6 и этикетка из него не выдается. В случае отсутствия этикетки на сегменте 12 барабана 5 щуп блокирующего устройства «нет этикетки – нет клея» под действием пружины на соответствующей позиции входит в открытую прорезь сегмента и поворачивает связанный с ним упор, вследствие чего клеевая ванна запирается, и клей не подается. А блокировкой «нет этикетки – нет даты» аналогичным образом запирается штемпельный механизм. Производительность этих автоматов составляет от 50 до 100 бутылок в минуту. Размеры наклеиваемых этикеток – от 30 x 50 до 140 x 140 мм. Общая установленная мощность – 2,7 кВт. Габаритные размеры (длина x ширина x высота) – 3280 x 1010 x 1240 мм. Масса – 850 кг. В принципе по такой же схеме устроены и работают автоматы моделей ВЭВ и ВЭК. Только в автоматах модели ВЭВ имеется два магазина этикеток и работают они с производительностью от 75 до 150 бутылок в минуту, а автоматы модели ВЭК одновременно наклеивают на бутылки этикетки и кольеретки и поэтому оснащены двойными (двухэтажными) магазином и барабанным этикетопереносчиком.

Примером карусельных машин с рычажным этикетопереносчиком являются этикетировочные автоматы модели ЭТ-4. На станине 1 (рис. 19.4) такого автомата содержатся карусель 2, пластинчатый транспортер 3, штемпельное устройство 4, магазин 5 со стопой этикеток 6 и блокирующим рычагом 7, клеевая ванна 8 с намазывающим

валиком 9, рычажный этикетопереносчик 10, отсекающий механизм 11, разгрузочный механизм 12, а также электродвигатель с механизмами передачи движения исполнительным органам через распределительный вал 13. На вращающемся диске 14 карусели закреплены четыре рычага-водила 15, перемещающих бутылки 16 по дугообразной дорожке 17, а также четыре вращающихся на осях рычага-прижима 18, фиксирующих наклеиваемую этикетку на бутылке. Дугообразная дорожка 17 карусели образована внутренним 19 и наружным 20 ограничительными ограждениями, при этом на наружном ограждении перед этикетопереносчиком закреплены щетки 21, поджимающие бутылку к внутреннему ограждению, а за этикетопереносчиком с двух сторон дорожки установлены щетки 22, разглаживающие наклеенную этикетку. Внутреннее ограждение дорожки сопрягается с направляющей 23, перекрывающей ленту транспортера 3, а отсекающий механизм 11 через храповой механизм связан с рычагом 24, взаимодействующим с рычагами-водилами 15 карусели.

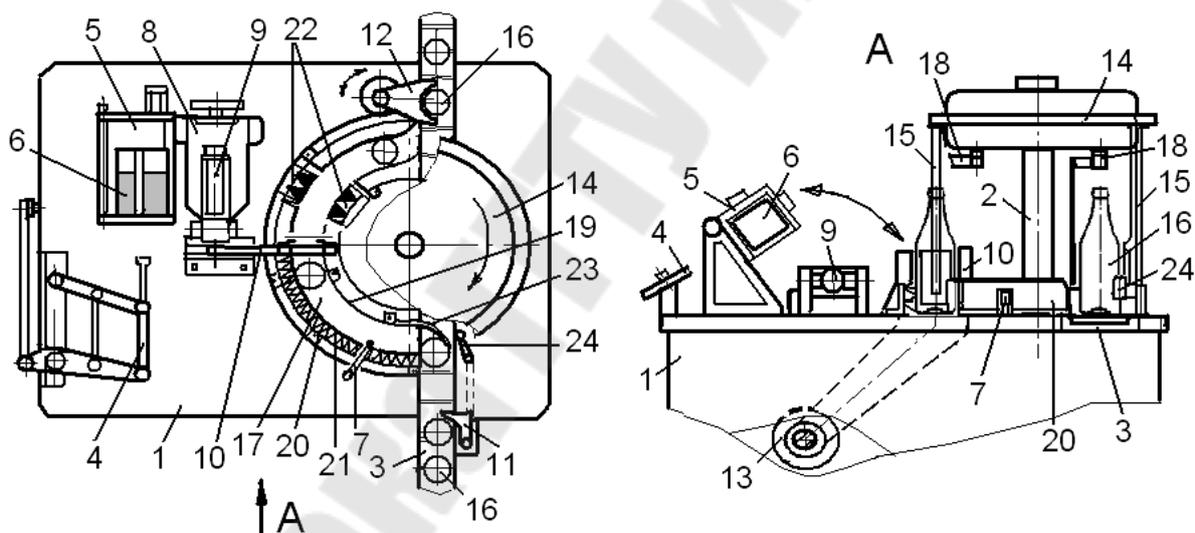


Рис. 19.4. Схема карусельного этикетировочного автомата модели ЭТ-4

В процессе работы машины рычаги-водила 15 перемещаются по окружности вращающимся диском 14 карусели и, поочередно нажимая на ролик рычага 24, отклоняют его, расфиксируя храповой механизм отсекающего механизма 11. При этом отсекающий механизм 11 поворачивается каждый раз и пропускает вперед по непрерывно движущемуся транспортеру 3 одну бутылку 16, которая останавливается направляющей 23. Здесь поступающие бутылки поочередно захватываются движущимися рычагами-водилами 15 и перемещаются ими по дугообразной дорожке 17 карусели, отклоняя при этом рычаг 7, разблокирующий магазин 5

на выдачу этикетки. Одновременно с этим штемпельное устройство 4, перемещается к магазину 5 и наносит на верхнюю этикетку 6 стопы маркировку, а рычажный этикетопереносчик 10 перемещается валом 13 от карусели 2 к магазину 5 за очередной этикеткой 6. При этом вращающийся валик 9 поднимается из клеевой ванны 8 в вертикальное положение и, контактируя с поверхностью пластин вилки движущегося этикетопереносчика, смазывает их клеем, а затем возвращается в исходное положение. Далее в конечном положении этикетопереносчика 10 магазин 5 подводится к нему, и верхняя этикетка стопы прилипает к вертикальным пластинам на вилке этикетопереносчика. Затем магазин и рычажный этикетопереносчик возвращаются в исходное положение. При этом вилка этикетопереносчика входит в поперечный паз на дорожке 17, сопрягаясь с ее каналом, и на мгновение останавливается в положении, при котором находящаяся на ней этикетка перекрывает дорожку. В следующий момент движущаяся бутылка проходит по дорожке через вилку и надавливает на этикетку. Этикетка при этом сходит с пластин вилки на бутылку и прижимается к ее поверхности синхронно поворачивающимся на оси рычагом-прижимом 18. В процессе дальнейшего перемещения бутылки прижим 18 отводится внутрь карусели, а находящиеся с двух сторон дорожки щетки 22 разглаживают наклеенную этикетку. В конце дугообразной дорожки 17 бутылка захватывается разгрузочным механизмом 12 и перемещается из карусели 2 на пластинчатый транспортер 3, выводящий ее из автомата. Затем цикл повторяется. При отсутствии бутылки на соответствующей позиции карусели рычаг 7 не отклоняется и заблокированный магазин 5 остается неподвижным, в результате чего очередная этикетка на рычажный этикетопереносчик 10 для этой позиции не выдается. Производительность этих автоматов составляет 100 бутылок в минуту. Размеры наклеиваемых этикеток – от 45 x 58 до 86 x 60 мм. Мощность привода – 1,0 кВт. Габаритные размеры (длина x ширина x высота) – 1330 x 995 x 1490 мм. Масса – 725 кг. В принципе по такой же схеме устроен и работает автомат модели ЭМ, содержащий на вращающейся карусели шесть поводковых механизмов.

К высокопроизводительным роторным машинам можно отнести этикетировочный автомат модели «Prontomatic» фирмы «Krones» (ФРГ). В этом автомате (рис. 19.5) бутылки поступают по пластинчатому транспортеру 1 на вращающийся шнек 2 и далее подаются им с заданным шагом в транспортный ротор 3, которым поочередно уста-

навливаются в гнезда этикетировочного ротора 4 и фиксируются в них. При наличии бутылок в соответствующих гнездах вращающегося ротора 4 качающийся магазин 5 каждый раз разблокируется и, приближаясь к барабану 6, передает на него со стопы 7 верхнюю этикетку за счет того, что поверхность барабана постоянно смазывается слоем клея, наносимого роликом 8 из клеевой ванны 9.

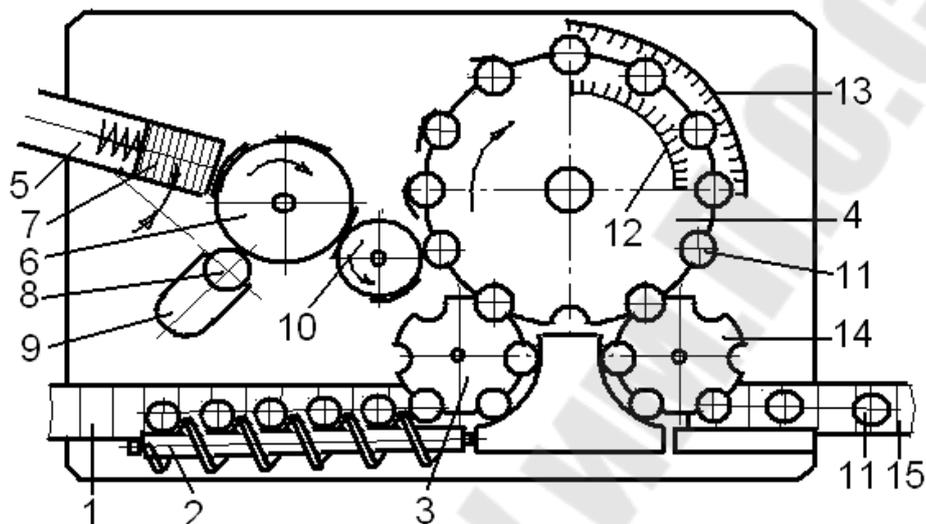


Рис. 19.5. Схема роторного этикетировочного автомата модели «Prontomatic» фирмы «Krones» (ФРГ)

Далее в процессе синхронного вращения смазанные клеем этикетки забираются с барабана 6 пинцетными захватами сопрягающегося барабана 10 и наклеиваются им на бутылки 11, которые затем поворачиваются в гнездах ротора 4 так, чтобы при дальнейшем его вращении этикетки разглаживались на бутылках внутренней 12 и наружной 13 секторными щетками. После разглаживания этикеток бутылки забираются из гнезд ротора 4 транспортным ротором 14 и подаются на непрерывно движущийся пластинчатый транспортер 15, выносящий их из автомата. Производительность машин этой серии достигает 650 бутылок в минуту.

Наряду с рассмотренными находят также применение этикетировочные автоматы, работающие на горячем клее, представляющем собой расплав из высокоадгезионной полимерной композиции. Например, такой автомат, предназначенный для нанесения круговых этикеток, содержит ротор 1 (рис. 19.6), во вращающиеся гнезда которого устанавливается этикетируемая тара 2 цилиндрической формы. С ротором сопрягается магазин 3 автомата, в который вкладывается стопа наклеиваемых этикеток 4 и на котором закреплены два аппли-

катора горячего клея 5 и 6. Клей в эти аппликаторы обычно заряжается в виде постепенно плавящихся стержней.

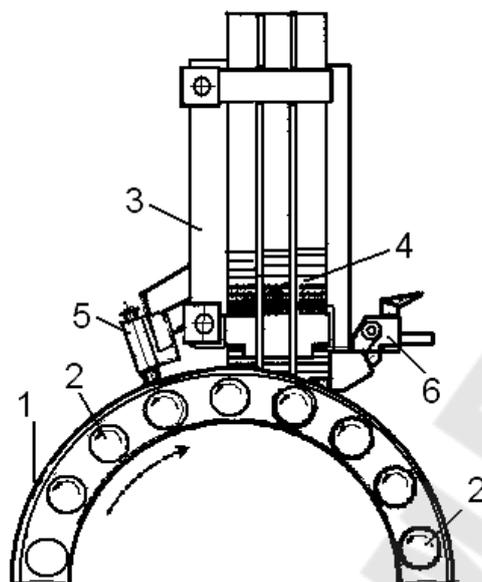


Рис. 19.6. Схема этикетировочного автомата с аппликаторами горячего клея

При работе автомата тара 2 непрерывно вращающимся ротором 1 подается вначале к аппликатору 5, наносящему на нее узкую полоску клея – расплава, которой затем из магазина 3 захватывается нижняя контактирующая этикетка 4 и наматывается на вращающуюся упаковку. В это время вторым аппликатором 6 на нижнюю поверхность второго конца этикетки наносится еще одна полоска клея, соединяющая его внахлест с передним концом круговой этикетки. В процессе дальнейшего вращения ротора нанесенная этикетка разглаживается на поверхности тары и в конце хода разгрузочным устройством упаковка передается из ротора 1 на отводящий транспортер автомата.

Наряду с большой номенклатурой разнообразных моделей автоматов, работающих с флатовыми этикетками, эксплуатируются также высокопроизводительные этикетировочные автоматы, работающие с более дешевыми рулонными бумажными и полимерными пленочными этикетками. Такие автоматы вместо магазина этикеток содержат устройства для установки и размотки рулона, а также подачи ленты и отрезки от нее этикеток, которые затем по рассмотренным схемам этикетировочных устройств смазываются холодным или горячим клеем и наносятся на этикетируемую тару.

Разнообразное оборудование создано для нанесения на тару и непосредственно изделия самоклеящихся этикеток, наклеек и марок, включающее ручные и настольные диспенсеры, этикет-пистолеты, автоматические аппликаторы и принтеры с устройствами аппликации. Самоклеящиеся этикетки для такого оборудования обычно поставляются с одинаковым шагом закрепленными клеевым слоем на несущей бумажной подложке и свернутыми в рулоны различных размеров. Практикуется также поставка самоклеящихся этикеток и на листовых подложках. При этом для надежной работы этикетировочных машин необходимо, чтобы адгезия клеевого слоя этикетки к антиадгезионному покрытию бумажной подложки находилась в пределах  $5\text{--}15\text{ Н/м}^2$ .

Все машины, обеспечивающие нанесение самоклеящихся этикеток, обычно называют *аппликаторами*. А конструктивно простые и небольшого размера аппликаторы еще называют диспенсерами. Следовательно, *диспенсеры* – это самые простые и дешевые устройства для нанесения самоклеящихся этикеток.

Различают ручные и настольные диспенсеры. Ручные диспенсеры представляют собой предельно простое устройство, наподобие этикет-пистолета, в которое вставляется небольшой рулон с самоклеящимися этикетками. В процессе работы оператор нажимает на рычаг в удерживающей рукоятке, при этом лента подложки перемещается в устройстве на шаг, с нее отделяется одна этикетка и частично выходит наружу из корпуса по направляющей. После этого этикетка подносится к таре и легким касанием наклеивается на ее поверхность. Недостатками таких устройств являются низкая производительность и точность наклеивания, а также возможное сморщивание этикетки при нанесении. В настольных диспенсерах подача этикетки осуществляется шаговым электродвигателем, управляемым датчиком контроля подачи, который может быть двух типов: в виде микровыключателя, реагирующего на изменение толщины ленты за этикеткой или фотодетектора, реагирующего на изменение светопропускания подложки без этикетки. После этого изделие подносится к выданной этикетке и легким касанием она наклеивается на его поверхность.

*Этикет-пистолеты* (или маркираторы) (рис. 19.7, а) позволяют наносить на разнообразную упаковку и изделия, как готовые этикетки, так и этикетки, отпечатанные в типографии, но в процессе наклеивания на которые дополнительно допечатывается оперативная информация (вес, цена, дата изготовления, срок годности, артикул

и т. д.). Несмотря на разнообразие применяемых моделей этикет-пистолетов, устроены они в принципе одинаково. Состоит такой маркиратор из корпуса 1 (рис. 19.7, б) с неподвижной ручкой 2, а также сопрягающейся с ней шарнирной ручки 3, на качающемся рычаге 4 которой установлены подпружиненная собачка 5 храпового механизма привода подающего барабана 6 и качающийся наборный барабан 7, клише 8 которого взаимодействует с прокатываемым по нему красящим валиком 9. Рулон 10 ленты с самоклеящимися этикетками вставляется в питатель 11 пистолета и ее конец заправляется так, чтобы подложка резко перегибалась на разделяющей пластине 12, сопрягающейся у вершины с накатным роликом 13 и далее через подающий барабан 6 выводилась из корпуса через щель в основании 14.

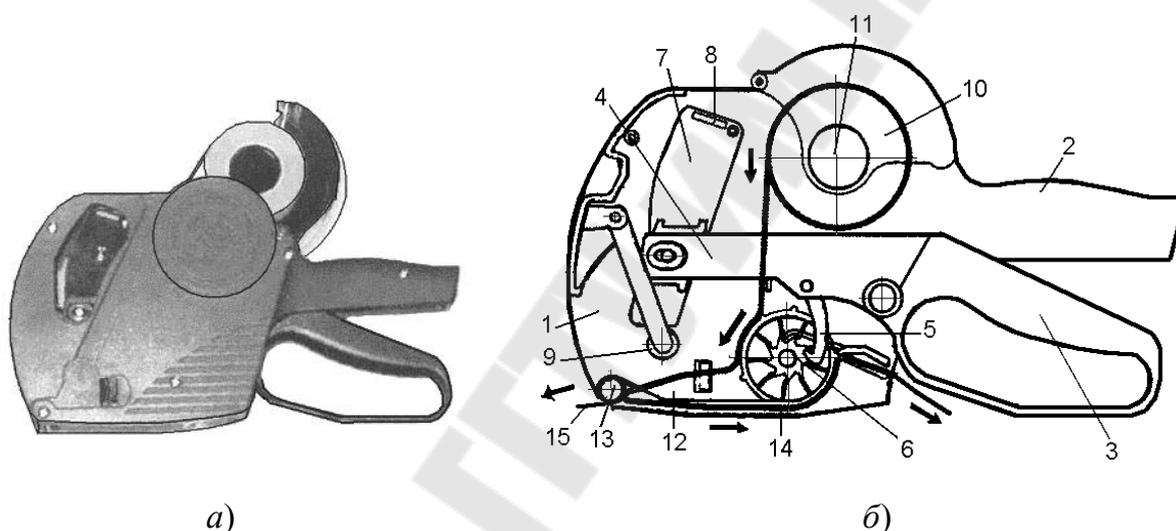


Рис. 19.7. Общий вид (а) и конструктивная схема (б) этикет-пистолета

При нажатии в процессе работы на шарнирную ручку 3 пистолета рычагом 4 качательные движения передаются на наборный барабан 7 и красящий валик 9. При этом прокатываемым валиком 9 краска наносится на клише 8 и оно поворачиваемым наборным барабаном 7 прижимается к этикетке на ленте, отпечатывая маркировку. Перемещаемая одновременно вниз подпружиненная собачка 5 прокатывается по зубьям сопрягающегося храпового колеса и в конце хода сцепляется с его соответствующим зубом. Далее при перемещении ручки 3 в обратном направлении наборный барабан 7 и красящий валик 9 возвращаются в исходное положение, а лента с этикетками подающим барабаном 6, вращаемым от храпового механизма, перемещается на шаг, разматываясь с рулона 10. При этом на пластине 12 в месте перегиба этикетка 15 отделяется от антиадгезионного по-

крытия подложки, выходит наружу и вращающимся накатным роликом 13 наклеивается на сопрягающуюся поверхность этикетуемой упаковки или изделия.

По устройству наборного барабана 7 этикет-пистолеты подразделяются на одно-, двух- и трехстрочные, а также нумераторы. Типичный однострочный этикет-пистолет позволяет наносить на этикетку дополнительную информацию объемом от четырех до десяти символов в одну строку. Двух- и трехстрочными маркираторами информация на этикетке отпечатывается соответственно в две и три строки. Отличие нумераторов заключается в том, что на каждой очередной наклеиваемой этикетке они отпечатывают число, автоматически увеличивая его на единицу. По набору печатаемых символов этикет-пистолеты можно разделить на цифровые и алфавитные. В отличие от цифровых маркираторов, последние позволяют наносить на этикетку буквенную информацию на русском или английском языке (например, название фирмы или надпись «годен до»). Устанавливаются необходимые символы на клише наборного барабана маркиратора простым поворотом соответствующей ручки. Этикет-пистолеты являются, пожалуй, наиболее удобным, простым и дешевым средством нанесения самоклеящихся этикеток в условиях производства многономенклатурной часто меняющейся продукции. В частности, широко распространенные двухстрочные этикет-пистолеты модели МХ-2616 обеспечивают нанесение самоклеящихся этикеток размером 26 x 16 мм с печатью на них информации, содержащей до десяти знаков в каждой строке.

*Автоматические аппликаторы* обычно применяются для нанесения готовых самоклеящихся этикеток на однотипную продукцию, перемещаемую в процессе изготовления на конвейере. Они могут подстраиваться к скорости движения конвейера и наклеивать этикетки на перемещаемые объекты с большой точностью ( $\pm 0,5$  мм) по команде контролирующего фотодатчика как контактным, так и бесконтактным способом. При этом диапазон регулирования скоростей достаточно широкий. Например, аппликатор модели «PROGRESS» фирмы ЕТИРАСК (Италия) может работать на конвейерах, движущихся со скоростью от 1 до 80 м/мин. Причем устанавливать их можно так, чтобы обеспечивалось нанесение этикеток на объекты сверху, сбоку, по периметру и в любом другом доступном месте. При контактном способе наклеивание этикетки обычно производится вращающимся накатным роликом аппликатора. При бесконтактном способе на по-

верхности любой формы (содержащие неровности, углубления и т. д.) этикетки наклеиваются воздействием на нее потока сжатого воздуха. Большим достоинством аппликаторов является возможность смены типа этикетки за короткий промежуток времени, практически без останковки конвейера.

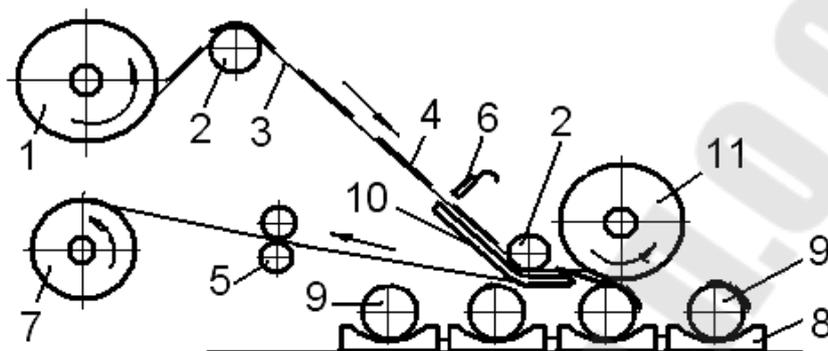


Рис. 19.8. Схема автомата, этикетирующего рулонными самоклеящимися этикетками

В частности, автоматический аппликатор, работающий с рулонными самоклеящимися этикетками, содержит устройство 1 (рис. 19.8), предназначенное для установки и размотки рулона, ролик 2 – для направления ленты 3 с самоклеящимися этикетками 4, валковую подачу 5 с датчиком 6 – для шагового перемещения ленты, приводное устройство с бобиной 7 – для смотки ленточной подложки, транспортер 8 с ложементами – для подачи тары 9 на позицию этикетирования, а также разделяющую пластину 10, накатной ролик 11 и программируемый микропроцессорный блок управления.

При подаче транспортером 8 на позицию этикетирования тары 9 в систему управления этого автомата с соответствующего датчика поступает сигнал, включающий валковую подачу 5, при этом ее вращающимися валками лента разматывается с рулона 1 и подается на заданный шаг, контролируемый оптическим датчиком 6 по нанесенным меткам. В результате перегиба ленточной подложки 2 на  $180^\circ$  на относительно тонкой разделяющей пластине 10 наносимая этикетка 4 отделяется при этом от антиадгезионного покрытия подложки и подается между сопрягающимися поверхностями тары 9 и вращающегося накатного ролика 11, которым и прикатывается к поверхности синхронно вращающейся тары. После этого транспортер 8 перемещается на шаг, подавая в зону этикетирования следующую тару, и цикл повторяется. Освободившаяся от этикеток ленточная подложка 3 сматывается.

вается на приводную бобину 7 и, после восстановления антиадгезионного силиконового покрытия, ее можно использовать повторно для производства новых этикеток. Производительность таких автоматов обычно составляет от 60 до 150 циклов в минуту.

Нанесение самоклеящихся этикеток с одновременным допечатыванием на них переменных данных и оперативной информации (даты, время, состава, срока годности и т. п.) осуществляется **автоматическими принтер-аппликаторами**, содержащими в себе печатное устройство и аппликатор. Это оборудование решает комплексную маркировочную задачу и отличается компактностью, высокой производительностью и значительно меньшей стоимостью, чем набор из принтера и отдельного аппликатора. Автоматические аппликаторы в нем обычно совмещаются с термо и термотрансферными или электрокаплеструйными печатными устройствами. В частности, принтер-аппликатор модели «DRINJET» фирмы ETIPAK (Италия) содержит термопечатающее устройство и аппликатор, наклеивающий этикетки потоком сжатого воздуха, что позволяет закреплять их на поверхностях любой формы (содержащих неровности, углубления и т. д.) без механического контакта с товаром. Другой автоматический принтер-аппликатор модели «SAMBA 720», устанавливаемый на конвейерах, характеризуется, например, следующими показателями:

- тип печати ..... термо и термотрасферная;
- печатающая головка ..... модель Near Edge 300 dpi;
- скорость печати ..... до 18 мм/с;
- ширина этикеток ..... / 35,4–100 мм;
- длина этикеток ..... 5–330 мм;
- производительность аппликатора ..... 3,4–500 мм/с;
- точность наклеивания этикетки .....  $\pm 0,5$  мм;
- модификации ..... правосторонняя или левосторонняя;
- скорость конвейера ..... до 500 мм/с;
- функции ..... автоматический контроль скорости конвейера, экономия карбоновой ленты.

Широкая номенклатура предлагаемых сегодня ручных и настольных диспенсеров, этикет-пистолетов, автоматических аппликаторов и принтер-аппликаторов, а также специализированных струйных и термопечатающих устройств позволяют обеспечить качественную маркировку и этикетирование практически любой выпускаемой продукции в условиях от единичного до массового производства.

## 20. ДЕКАЛЬКОМАНИЯ

Процесс декалькомании заключается в переносе напечатанного красочного оттиска со специального носителя (деколя) на декорируемую поверхность изделия.

*Деколь* состоит (рис. 20.1) из подложки 1, антиадгезионного разделительного слоя 2, красочного печатного переводного изображения 3 и предварительно нанесенной клеевой (адгезионной) пленки 4, активизирующейся увлажнением, нагреванием или иными способами. В качестве подложки может применяться бумага или полимерная пленка, на которую через разделительный слой полиграфическим способом печатается красочное изображение, покрываемое затем клеевой пленкой. В зависимости от способа переноса красочного изображения с деколя на декорируемую поверхность различают сухую, мокрую и термическую декалькоманию.

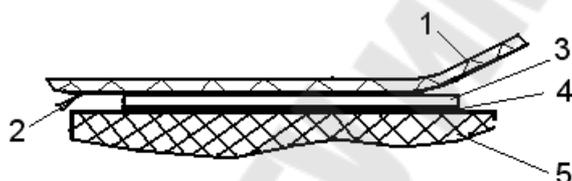


Рис. 20.1. Схема процесса декалькомании

При *мокрой декалькомании* для перевода изображения на поверхность тары 5 деколь размачивают, а иногда дополнительно и подогревают, в результате чего клеевой слой 4 активизируется, а красочный слой 3 размягчается. Затем деколь накладывают клеевым слоем на декорируемую поверхность, разглаживают так, чтобы не было складок, и плотно прижимают к ней. Далее подложку осторожно снимают по разделительному слою, а красочное изображение переходит на декорируемую поверхность и закрепляется на ней за счет адгезии клеевого слоя. Для защиты от повреждений нанесенные изображения можно дополнительно покрывать слоем лака.

При *сухой декалькомании* изображение передается на декорируемую поверхность таким же образом, только без увлажнения деколя.

Достоинства сухой и мокрой декалькомании заключаются в простоте нанесения привлекательных изображений практически на любые участки декорируемой тары и других изделий. К недостаткам следует отнести сложности в автоматизации процесса, из-за чего этими способами обычно вручную декорируется только крупногабарит-

ная транспортная тара (бочки, фляги, канистры, ящики), а также средства пакетирования грузов (поддоны, контейнеры и т. д.).

**Горячая декалькомания** выполняется на специальных полуавтоматах и автоматах, обеспечивающих декорирование тары с плоской, цилиндрической и овальной поверхностями корпуса. В частности полуавтоматы, обеспечивающие нанесение изображения на тару с плоскими поверхностями (рис. 20.2, а), на станине 1 содержат прессовое устройство 2 с плоским электронагревателем 3, стол 4 с подставкой 5 для декорируемой тары 6, а также устройство размотки ленты деколя с рулона 7, тянущие валки 8 шаговой подачи ленты и приводную бобину 9 для намотки подложки деколя.

В процессе работы тара 6 укладывается на подставку 5 полуавтомата, лента деколя 10 валковой подачей 8 перемещается на заданный шаг и опускающимся ползуном с плоским электронагревателем 3 прессового устройства 2 прижимается к поверхности тары 6 клеевым слоем. При этом клеевая пленка от нагрева активизируется и за счет адгезии прочно соединяет красочный слой деколя с контактирующей поверхностью тары. После этого электронагреватель поднимается, подложка деколя за счет упругого натяжения отделяется от красочного изображения по разделительному слою, на место декорированной тары укладывается новая и цикл повторяется.

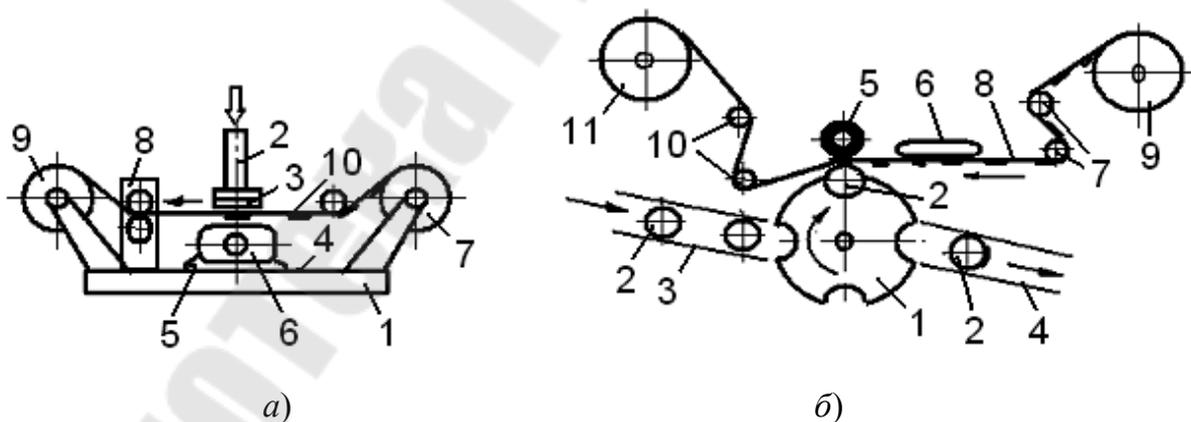


Рис. 20.2. Схемы процессов горячей декалькомании

Автоматы, предназначенные для декорирования цилиндрических изделий (рис. 20.2, б), содержат револьверную головку 1, у которой гнезда для тары 2 периодически сопрягаются с подводящим 3 и отводящим 4 лотками. Над револьверной головкой 1 располагаются прижимной валик 5 и нагревательная плита 6, под которыми переме-

щается через направляющие ролики 7 лента 8 деколя, разматывающаяся с рулона 9. При этом остающаяся подложка деколя отводится через направляющие ролики 10 и наматывается на приводную бобину 11. В процессе работы автомата декорируемая тара 2 с лотка 3 закатывается в сопрягающиеся гнезда револьверной головки 1 и переносится в них периодическим поворотом головки на позицию декорирования. Здесь к поверхности тары 2 валиком 5 прижимается лента 8 деколя, контактирующий клеевой слой которой предварительно активируется в результате контакта ленты с нагревательной плитой 6. Далее декорируемая тара 2 начинает вращаться в гнезде синхронно с прижимным валиком 5 и в процессе их совместного вращения изображение с протягиваемой ленты 8 деколя переводится и наклеивается на поверхность тары. После этого прижимной ролик приподнимается, револьверная головка поворачивается на заданный угол и подает в зону декорирования следующую тару, а тара с нанесенным изображением в это время выкатывается из гнезда головки в отводящий лоток 4 и далее цикл повторяется. Для придания дополнительной жесткости эластичной выдувной полимерной таре, в процессе перевода изображения она через горловину может поддуваться сжатым воздухом. Данные автоматы обеспечивают нанесение на цилиндрическую тару многокрасочных изображений с производительностью до 120 изделий в минуту.

Для улучшения адгезии и повышения глянца переводного изображения поверхность тары может подвергаться дополнительной тепловой обработке. Для дополнительной защиты от повреждений рисунков может также покрываться еще и слоем лака.

Разработаны и эксплуатируются также автоматы, обеспечивающие одновременное нанесение с деколя двух изображений на противоположные стороны тары овальной формы (например, этикетки и контрэтикетки).

Наиболее широко горячая декалькомания применяется для декорирования литевой и выдувной полимерной потребительской тары малой и средней вместимости (до 2 дм<sup>3</sup>) и обеспечивает высокую стойкость нанесенного изображения к механическим и химическим воздействиям, а также хорошее качество ее художественного многокрасочного оформления. Этот способ особенно рентабелен в условиях крупносерийного и массового производства.

## 21. ДЕКОРИРОВАНИЕ ТИСНЕНИЕМ

Сущность *декорирования тиснением* заключается в том, что при этом методе текст, маркировка и другие графические изображения наносятся на поверхность изделия специальным клише, с адекватным рельефом контактирующей поверхности. Обычно изготавливаются такие клише гравированием, однако могут применяться и другие методы, обеспечивающие получение металлических форм высокой печати. Различают прямой и косвенный методы тиснения. В частности, прямым методом является бескрасочное тиснение (конгрев), а косвенным методом – горячее тиснение переводной фольгой.

### 21.1. БЕСКРАСОЧНОЕ ТИСНЕНИЕ (КОНГРЕВ)

*Бескрасочное тиснение (конгрев)* – простой и доступный метод прямого декорирования, применяемый для маркировки выдувной, прессованной, литевой и термоформованной пластмассовой тары, а также изделий, выполненных из картонно-бумажных и других материалов. Такое декорирование может выполняться как в процессе непосредственного изготовления пластмассовой тары, так и на готовом изделии. При этом текстовые и графические изображения выполняются на изделиях в виде углублений или выступающего над поверхностью рельефа без применения краски и других расходных материалов.

Для декорирования пластмассовой тары в процессе ее изготовления наносимую маркировку гравируют непосредственно на рабочей поверхности формы или выполняют на отдельном встраиваемом в ее поверхность клише. При гравировании маркировки непосредственно на рабочей поверхности формы изображение на изготавливаемом в ней изделии будет формироваться в виде выступающего рельефа. Сменные клише могут выполняться как с гравированным (в виде углублений), так и с выступающим рельефом. При этом переменные данные маркировки могут наноситься на изготавливаемую тару набором встраиваемых в клише сменных клейм. Клише и сменные клейма с выступающим рельефом, соответственно формируют на поверхности изделия углубленное изображение. В процессе изготовления тары сопрягающаяся поверхность формируемого пластичного материала под воздействием прикладываемого давления прижимается к стенкам формы, повторяя содержащийся в ней рельеф маркировки, и после охлаждения пластмассы на поверхности изделия остается соответствующее изображение, выполненное бескрасочным тиснением. Для качествен-

ного воспроизведения маркировки линии ее рельефа должны быть шириной не менее 0,8 мм и высотой (глубиной) не менее 0,5 мм.

Иногда конгрев выполняют на готовом изделии с помощью нагретого клише, содержащего наносимую маркировку в виде выступающего рельефа. В процессе такого тиснения клише прижимают к маркируемой поверхности с определенным удельным давлением, и его рельеф в результате воздействия температуры и давления отпечатывается на нагреваемой до пластичного состояния поверхности изделия в виде углубленного изображения.

Метод бескрасочного тиснения характеризуется простотой исполнения и не требует дополнительных затрат на расходные материалы. Однако он не обеспечивает получения четких и контрастных графических изображений и надписей, и поэтому применяется обычно в качестве вспомогательного в сочетании с другими более изобразительными способами декорирования.

## 21.2. Горячее тиснение переводной фольгой

Горячее тиснение относится к косвенным методам декорирования и производится нагретым клише, прижимающим к поверхности изделия переводную фольгу. При этом рельефное изображение клише под воздействием температуры и давления переходит с переводной фольги в виде цветного слоя на декорируемую поверхность и отпечатывается на ней. **Переводная фольга** (рис. 21.1) содержит пленочную подложку 1 (полиэтилентерефталатную, целлофановую, полиэфирную или ацетатную толщиной 10–25 мкм), на которую нанесены разделительный слой 2, формирующее изображение металлизированное покрытие 3 (или композиция из цветного пигмента со связующим), а также адгезионный слой из термоклея 4. Переводная фольга выпускается с металлизированным покрытием красного, синего, зеленого, золотистого и серебристого цветов, а также с пигментными композициями разнообразных цветов и оттенков, включая флуоресцентные составы.

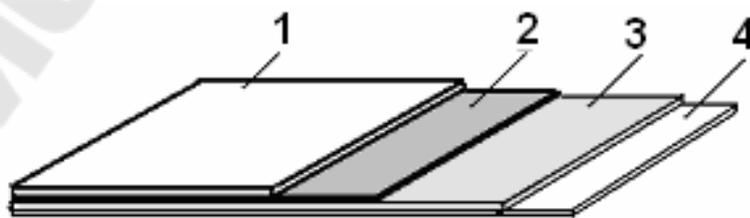


Рис. 21.1. Схема структуры переводной фольги

Различают следующие основные способы тиснения: глубокое позитивное; глубокое негативное; плоское и рельефное.

При **глубоком позитивном тиснении** (рис. 21.2, а) оттиск выполняется клише 1, на котором в виде выступающего рельефа 2 выполнено отраженное изображение наносимого рисунка или надписи. При этом выступающие элементы 2 клише вдавливаются через переводную фольгу 3 в поверхность материала 4, формируя в образовавшемся рельефе красочный оттиск 5.

При **глубоком негативном тиснении** (рис. 21.2, б) оттиск выполняется плоским клише 1, содержащим выгравированный рельеф 2 наносимого изображения. При этом плоской поверхностью клише переводная фольга 3 прижимается к декорируемой поверхности материала 4, оставляя на ней красочный фоновый оттиск 5, а наносимое изображение 6, адекватное выгравированному рельефу, формируется в зоне нанесенного оттиска поверхностью материала, не содержащей красочного переводного слоя.

При **плоском тиснении** (рис. 21.2, в) оттиск производится эластичным клише 1, рабочая поверхность 2 которого при прижатии касается через переводную фольгу 3 поверхности материала 4 вначале средней частью, а затем краями, формируя на ней сплошным переводным красочным слоем плоский оттиск 5.

При **рельефном тиснении** (рис. 21.2, г) на поверхности декорируемого материала 1 вначале выполняется изображение в виде выступающего рельефа 2 (например, конгревом), а затем на него плоским эластичным клише 3 с прижимаемой переводной фольги 4 переводится красочный оттиск 5, формирующий рельефное красочное изображение.

По расположению на поверхностях изделия различают лицевое и обратное тиснение. В первом случае оттиск наносится на лицевую сторону, а во втором – на внутреннюю поверхность декорируемого прозрачного материала.

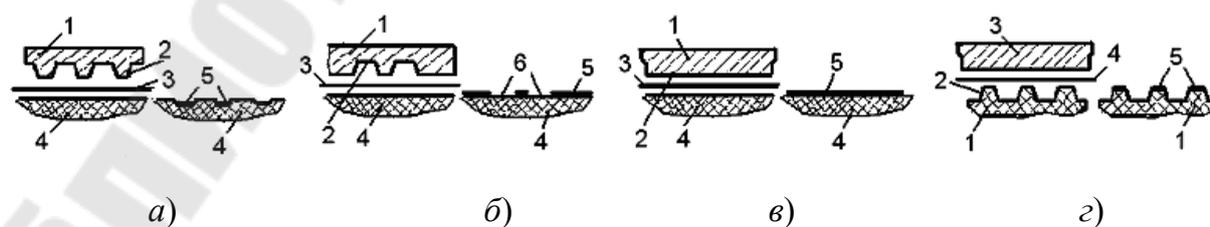


Рис. 21.2. Схемы основных способов тиснения переводной фольгой

Клише обычно выполняются на металлических пластинах толщиной от 5 до 8 мм, изготовленных из латуни марки ЛС-59 или стали марок У8А и У9А. Рекомендуемые исполнительные размеры их печатающих элементов приведены на рис. 21.3а. Наряду с металлическими широко применяются рельефные (рис. 21.3, б) и плоские (рис. 21.3, в) клише, выполненные из силиконовой резины и закрепляемые на алюминиевых пластинах толщиной от 2 до 5 мм. Температура нагрева таких клише не должна превышать 250 °С, твердость силиконовой резины должна быть 50–90 единиц по Шору, допустимая степень сжатия – до 20 % от толщины резины, а удельное давление тиснения должно быть не более 1,0 МПа.

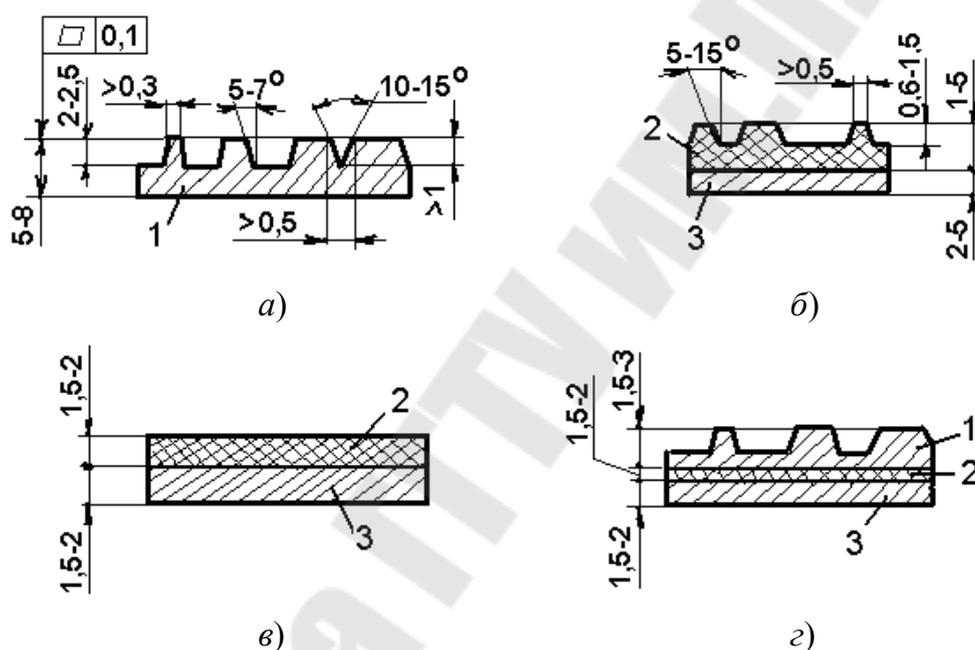


Рис. 21.3. Исполнения клише для горячего тиснения переводной фольгой:  
1 – латунь (сталь); 2 – силиконовая резина; 3 – алюминий

Комбинированные клише могут также состоять из латунной или стальной рельефной печатающей пластины, соединенной через промежуточный слой из силиконовой резины с алюминиевой пластиной основания (рис. 21.3, д). Изготавливают силиконовые клише гравированием, прессованием или литьем под давлением. Такие клише могут выполняться плоскими, цилиндрическими и в форме усеченного конуса. Ориентировочные технологические режимы горячего тиснения следующие: температура нагрева клише – от 100 до 220 °С; продолжительность выдержки под давлением – от 0,2 до 5 с; удельное давление тиснения – от 0,6 до 8,0 МПа, в зависимости от материала клише и декорируемой поверхности.

Конструктивное исполнение применяемого для горячего тиснения технологического оборудования взаимосвязано с формой и размерами декорируемой тары и других изделий, а также со степенью автоматизации процесса. По степени автоматизации процесса прессы для горячего тиснения подразделяются на автоматические, полуавтоматические и с ручным управлением. В зависимости от формы декорируемых изделий оборудование выпускается в следующих основных исполнениях:

- для тиснения на плоских поверхностях изделий (рис. 21.4, а);
- для прокатного тиснения на крышках и пробках (рис. 21.4, б);
- оборудование револьверного типа для тиснения тары с корпусом в форме тел вращения (рис. 21.4, в);
- оборудование конвейерного типа с ротационным прессовым устройством для тиснения на изделиях цилиндрической формы (рис. 21.4, г).

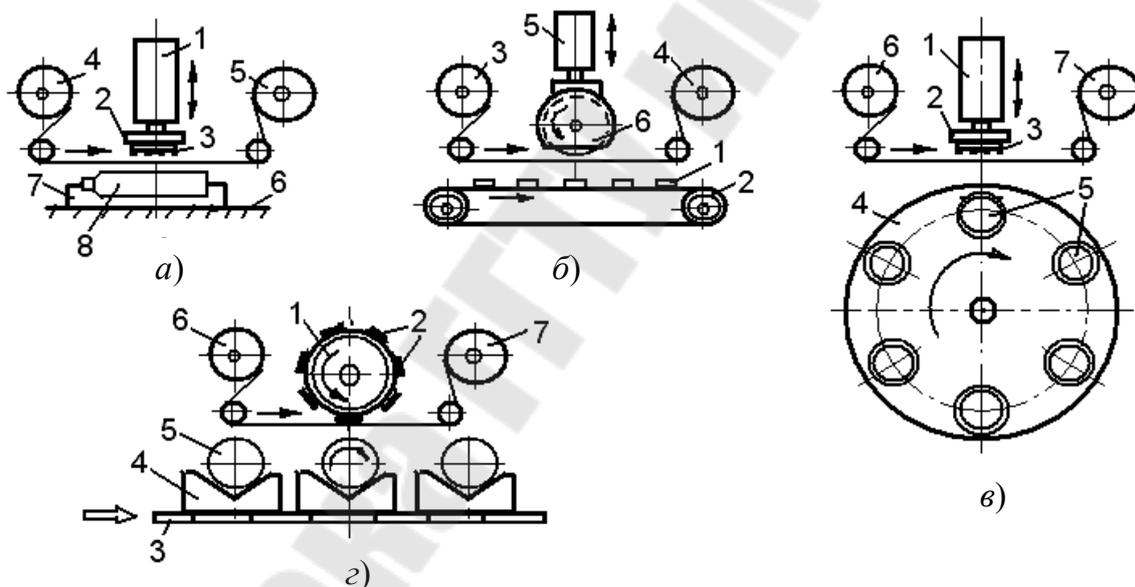


Рис. 21.4. Схемы исполнения технологического оборудования, предназначенного для горячего тиснения переводной фольгой

Прессы, обеспечивающие горячее тиснение переводной фольгой на таре с плоскими поверхностями (рис. 21.4, а), содержат на станине прессовое устройство 1 с закрепленным на ползуне плоским электронагревателем 2 и присоединенным к нему клише 3, а также устройство, перематывающее ленту переводной фольги с рулона 4 на приводную бобину 5, и установленную соосно с ползуном на столе 6 станины подставку 7 для декорируемой тары 8. В процессе работы тара 8 укладывается на подставку 7, лента переводной фольги перемещается

на заданный шаг перематывающим устройством и затем прижимается к поверхности тары нагреваемым от электронагревателя 2 клише 3, перемещаемым вниз ползуном прессового устройства 1. При этом клеевая пленка фольги в местах нагрева активизируется и за счет адгезии прочно соединяет красочный металлизированный слой с контактирующей поверхностью тары. После этого клише поднимается ползуном прессового устройства, подложка переводной фольги за счет упругого натяжения отделяется от нанесенного красочного изображения по разделительному слою, на место оформленной тары укладывается следующая и цикл повторяется.

В прессах для прокатного тиснения (рис. 21.4, б) декорируемые крышки и пробки 1 перемещаются ленточным транспортером 2 под лентой переводной фольги, перематываемой с рулона 3 на приводную бобину 4, а клише, закрепляемое на прессовом устройстве 5, выполняется в виде цилиндра 6 с накладкой из силиконовой резины.

В пресс-автоматах, предназначенных для тиснения тары с корпусом в форме тел вращения (рис. 21.4, в), под прессовым устройством 1 с электронагревателем 2 и клише 3 располагается револьверная головка 4, подающая тару 5 в зону декорирования путем поворота на заданный угол, при этом подача переводной фольги производится за счет перемотки ленты с рулона 6 на приводную бобину 7.

Автоматы, предназначенные для декорирования изделий цилиндрической формы (рис. 21.4, г), под ротационным прессовым устройством 1 с закрепленными на нем клише 2 содержат цепной транспортер 3 с гнездами 4, в которые укладывается декорируемая тара 5. При этом подача переводной фольги в зону декорирования осуществляется перемоткой ленты с рулона 6 на приводную бобину 7.

В частности, тиснение переводной фольгой изделий с плоскими поверхностями размерами до 450 x 400 x 350 мм можно производить на прессах модели ПЕ-2000 (Германия), обеспечивающих усилие прессования до 20 КН и производительность от 150 до 200 штук в час. Автоматы модели Р-16 (Швейцария) при усилии прессования 1,0 КН обеспечивают декорирование укупорочных средств и других аналогичных изделий диаметром 25–60 мм и высотой до 100 мм с производительностью от 1000 до 2000 штук в час. Автоматы модели К-AVU-2 (Германия) при усилии прессования 5,0 КН обеспечивают декорирование пеналов, колпачков, туб, стаканчиков и других аналогичных изделий диаметром 25–90 мм и длиной до 110 мм с производительностью от 1000 до 2000 штук в час. А декорирование тары и

других изделий цилиндрической, овальной или прямоугольной формы размерами до 100 x 100 x 250 мм можно производить, например, на пресс-автоматах модели DB-210 фирмы «Дюбуи» (Франция), обеспечивающих усилие прессования 5,0 КН и производительность от 500 до 1000 штук в час. Для этих целей выпускается широкая гамма и другого разнообразного технологического оборудования.

Горячим тиснением переводной фольгой сегодня производится художественно-декоративное оформление самой разнообразной продукции. К ней относятся многие виды тары, разнообразные укупорочные средства и этикетки; почтовые поздравительные открытки; разнообразные рекламные проспекты и визитные карточки; переплетные крышки и обложки книг, календарей – ежедневников и другой печатной продукции; официальные бланки дипломов и других документов; почетные дипломы и грамоты; папки, сумки, некоторые галантерейные и многие другие товары, выполненные из разнообразных материалов, включая кожу и ткани.

Нанесенные этим способом эффектные, обладающие высоким гляncем и металлическим блеском изображения, придают изделиям дорогостоящий и привлекательный вид, причем присутствие в оформлении золотого и серебряного цветов традиционно считается символом высокого качества товара. Кроме этого яркий блеск металлизированных красок невозможно скопировать и нанесенные ими изображения в некоторой степени защищают изделия от фальсификации и подделки. Достоинства такого декорирования заключаются также в простоте применяемого оборудования и его быстрой переналадке, безопасности процесса, в возможности быстрой смены цвета фольги и в том, что полученные оттиски не подвергаются сушке. К недостаткам можно отнести высокую стоимость и большие отходы переводной фольги, значительную трудоемкость в изготовлении клише и, связанную с этим, относительно высокую стоимость такой декоративной отделки.

## **22. КРАШЕНИЕ И МЕТАЛЛИЗАЦИЯ**

Цвет в оформлении упаковки часто выполняет как декоративную, так и функциональную нагрузку, которая, например, может быть направлена на концентрацию внимания при погрузочно-разгрузочных работах или должна вызывать ассоциации, связанные с конкретным упакованным товаром и облегчать его распознавание. К наиболее

распространенным методам цветового декорирования упаковки можно отнести: поверхностную металлизацию; крашение полимерных материалов в массе; изготовление отдельных элементов упаковки из разноцветных материалов; поверхностное грунтование, окрашивание и лакирование тары. При этом наносимые на тару металлические, неметаллические неорганические и лакокрасочные покрытия наряду с декоративными часто выполняют и защитные функции, предотвращая, например, коррозию металлических поверхностей или появление гнили на деревянной таре.

Для декоративной отделки и защиты от коррозии металлических изделий широко применяются разнообразные металлические и неметаллические неорганические покрытия.

Из **металлических покрытий** наиболее распространенными являются покрытия из никеля (Н), хрома (Х), цинка (Ц), кадмия (Кд), меди (М), олова (О) и алюминия (А). Дорогостоящие металлические изделия могут покрываться золотом (Зл) и серебром (Ср). Металлические покрытия могут быть анодными и катодными. Первые обеспечивают лучшую защиту, срок которой определяется лишь скоростью разрушения металла покрытия и не зависит от его пористости (например, цинк и кадмий). Катодные покрытия защищают основной металл только при отсутствии пор в покрытии (например, никель). Применяются следующие способы нанесения металлических покрытий: катодное восстановление (наиболее распространенный); анодное окисление; химический; горячий; диффузионный; металлизационный; конденсационный (вакуумный); контактный; контактно-механический; вжигание и катодное распыление. Металлические покрытия могут быть однослойными и многослойными, а также выполняться из сплавов металлов. Толщина металлических покрытий может составлять от десятых долей до нескольких десятков микронов.

**Неметаллические неорганические покрытия** получают, например, оксидированием или фосфатированием. Этими способами на поверхности металла создаются неорганические защитные пленки путем химической или электрохимической обработки изделий в специальных растворах.

К химическим способам относятся щелочное и кислотное оксидирование. В первом случае обработку стальных деталей производят в горячем концентрированном растворе щелочи, содержащем окислители; во втором – рабочий раствор содержит ортофосфорную кислоту и окислители.

Электрохимическое оксидирование деталей из черных и цветных металлов и сплавов производят в растворе щелочи. На деталях из алюминия и алюминиевых сплавов анодно-оксидные покрытия получают в сернокислем, хромовокислем или щавелевокислем электролитах. Причём, в хромовокислем электролите покрытия получают более эластичные и с меньшей шероховатостью поверхности, чем в сернокислем электролите. Анодно-оксидные покрытия с толщиной 24–100 мкм являются износостойкими, а также обладают тепло- и электроизоляционными свойствами. Для придания деталям декоративного вида анодно-оксидные покрытия наполняются в растворах различных красителей. Эти покрытия являются также хорошей основой для нанесения лакокрасочных покрытий, клеев и герметиков.

При фосфатировании на поверхности металла химическим путём создается пленка нерастворимых фосфорнокислых солей марганца и железа или железа и цинка. Толщина фосфатной защитной пленки может быть от 2 до 15 мкм и более. Фосфатные покрытия обладают сравнительно низкими защитными свойствами в связи с пористым строением. Для повышения коррозионной стойкости фосфатированные детали необходимо подвергать окраске, промасливанию, гидрофобизированию или другой обработке в зависимости от условий эксплуатации.

**Металлизацией** пластмассовых изделий называют процесс нанесения на их поверхность металлических покрытий, в результате чего изделия приобретают особые декоративные свойства и улучшаются их эксплуатационные характеристики. Как правило, металлизации подвергаются отдельные элементы пластмассовых изделий или тара небольших размеров, изготовленная прессованием, термоформованием, экструзией с раздувом и литьем под давлением из полистирола, полипропилена, акрилобутадиенстирола, полиэфиров, полиэтилентерефталата, реактопластов и других пластмасс. Покрытия обычно выполняются из алюминия, меди, никеля и хрома. Металлические покрытия на пластмассы можно наносить несколькими способами, однако наиболее экономичными и распространенными из них являются химико-гальваническая и вакуумная металлизация.

Сущность процесса **химико-гальванической металлизации** заключается в том, что на покрываемых поверхностях 1 пластмассовых изделий (рис. 22.1, а) химическим осаждением металла из раствора его солей создается электропроводящий подслой 2, на который затем электрохимическим способом наносится основной слой 3 металличе-

ского покрытия. Этим способом, например, на пластмассовую тару для косметической и парфюмерной продукции, а также пластмассовые корпуса часов, авторучек и других изделий можно наносить блестящие элементы декоративной отделки, имитирующие серебро, золото и другие металлы.

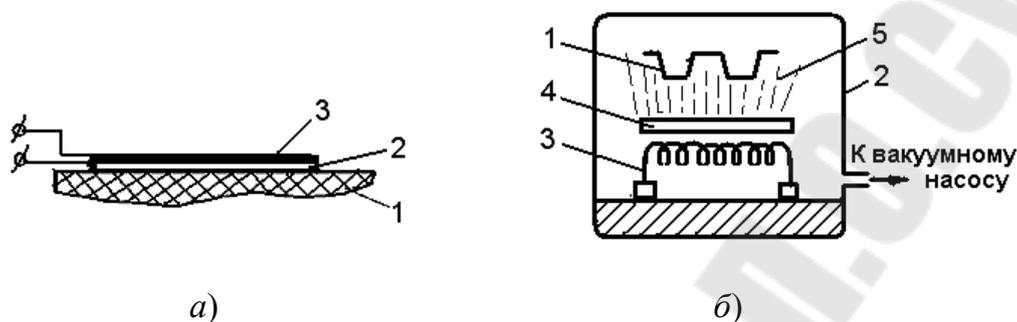


Рис. 22.1. Схемы процессов металлизации

При **металлизации напылением в вакууме** изделие 1 (рис. 22.1, б) помещается в герметичную камеру 2, которая затем закрывается и в ней создается вакуум путем откачивания воздуха вакуумным насосом. Далее раскаленной спиралью 3 или электрическим дуговым разрядом в камере испаряется наносимый металл навески 4, и его пары 5 осаждаются на покрываемой поверхности изделия 1, образуя металлическое покрытие толщиной до 1 мкм. Этим способом металлические покрытия наносятся как на отдельные изделия, так и на упаковочные материалы. В частности, этим способом наносят алюминиевое покрытие толщиной 0,03–0,05 мкм на бумагу или полимерные пленки в процессе их перемотки в камере с одного рулона в другой. Причем такая металлизация может производиться путем прямого напыления на их поверхность алюминиевого покрытия в вакууме, либо трансфертным способом – когда металлизированный слой вначале напыляется в вакууме на полимерную пленку, а затем с нее полимерной композицией переклеивается, например, на бумажную основу. В результате этого поверхность металлизированного слоя получается глянцево-блестящей. Такие оберточные металлизированные материалы сочетают в себе высокие барьерные и технологические свойства с оптимальной стоимостью. В выполненные из них красочные обертки упаковывают карамель, чай, кондитерские изделия, сливочное масло, пищевые жиры и концентраты, сырково-творожные продукты, фармацевтические, табачные и многие другие товары.

**Крашение пластмассы в массе** – наиболее экономичный и часто используемый способ одноцветного декорирования тары и других

упаковочных изделий. При этом окраску материала можно производить на стадии синтеза полимера, при получении полимерных композиций или в процессе их переработки. Для крашения применяют различные пигменты, красители и их выпускные формы: красящие пасты, дисперсии, концентраты и суперконцентраты. Красящие материалы выбирают с учетом цвета, белизны, термостойкости, светостойкости, миграционной устойчивости, химической, физиологической и физической инертности, химической стойкости и красящей способности. Для приготовления окрашенных полимерных композиций применяют различные смешивающие машины, которые могут снабжаться дозирующими устройствами, обеспечивающими подачу в них сырья, отходов, красителей и других компонентов в заданной пропорции. Смешивающие машины для порошкообразных и гранулированных компонентов выполняются барабанными, лопастными и вихревыми, а червячные пластификаторы обеспечивают получение одноцветных смесей из компонентов в расплавах. При производстве пластмассовых изделий окрашенных в массу полимерное сырье подают вначале совместно с красителем в смеситель и там получают из них однородно окрашенную массу, из которой затем прессованием, литьем под давлением или другими способами изготавливают тару, имеющую однотонную окраску по всему объему материала. Для изготовления такой тары широко применяется вторичное сырье, получаемое в результате утилизации и переработки использованной упаковки, а также других пластмассовых изделий и отходов.

**Лакокрасочные поверхностные покрытия** также являются простым, универсальным и широко распространенным средством декорирования упаковочных изделий, а также их защиты от разрушающих воздействий окружающей среды. Они наносятся на самые разнообразные изделия, выполненные из металла, древесины, пластмассы, стекла, керамики, картона, бумаги, тканей, различных композиционных и других материалов. Декоративные лакокрасочные покрытия выполняются как однотонными, так и имеющими рельефный или разноцветный рисунок. По характеру рисунка их подразделяют на «молотковые», «шагрень», трескающиеся, кристаллизующиеся («мороз»), морщинистые («муар») и многоцветные. «Молотковые» покрытия имеют как бы чеканную поверхность со следами удара молотком. Рисунок «шагрень» напоминает по внешнему виду фактуру шагреновой кожи. Трескающийся рисунок по внешнему виду напоминает крокодиловую кожу. Внешний вид кристаллизующегося покрытия

(«мороз»), напоминает узоры, образуемые кристаллами льда на стекле. Многоцветные покрытия представляют собой однослойные покрытия, по которым «разбросаны» разноцветные пятна различной формы. Морщинистый рисунок («муар») применяется редко, так как его получение связано с определенными технологическими трудностями.

Для выполнения таких декоративных покрытий промышленностью выпускается широкая гамма разнообразных лакокрасочных материалов.

**Лакокрасочные материалы** – многокомпонентные составы, способные при нанесении тонким слоем на поверхность изделий высыхать с образованием тонкой пленки, удерживаемой силами адгезии. По назначению они подразделяются на грунтовки, шпатлевки, краски, эмали и лаки.

**Грунтовки** – лакокрасочные композиции, наносимые непосредственно на декорируемую поверхность и обладающие высокой адгезией, как к ней, так и к наносимому последующему слою краски (эмали).

**Шпатлевки** служат для выравнивания неровностей на покрываемых поверхностях и обладают хорошей адгезией к грунту и последующему слою краски (эмали).

Пленкообразующими компонентами в лакокрасочных материалах служат растительные масла, естественные и синтетические смолы, а также эфиры целлюлозы, которые для возможности нанесения пленки в жидкой фазе растворяют в растворителях. Такие растворы называют **лаками** (лак-основа и покрывные лаки).

**Лаки** представляют собой прозрачные бесцветные или окрашенные затвердевающие жидкости. При введении в лак-основу пигмента, т. е. вещества, придающего ему непрозрачность и окрашенность в заданный цвет, образуется **эмалевая краска – эмаль**, которая дополнительно характеризуется видом пленкообразующего, например, перхлорвиниловая эмаль, нитроэмаль.

Растительные масла, загущенные пигментами, называют **масляными красками** или просто **красками**, которые при большом содержании пигментов именуется **густотертными красками**.

**Пигменты** – тонкодисперсионные порошкообразные вещества, вводимые в состав лакокрасочной композиции для придания ей определенного цвета и укрывистости (непрозрачности), а также повышения световой, атмосферной, коррозионной, эрозивной, термической стойкости и механической прочности образующейся пленки. Пигменты, в отличие от красителей, нерастворимы в воде, маслах, смолах и

растворителях и при введении в лакокрасочные композиции образуют с ними суспензии.

В лакокрасочные композиции вводят также легирующие добавки (или присадки), которые подразделяются на: пластификаторы (смягчители) – для повышения пластичности пленки; сиккативы – для ускорения высыхания; разбавители – для придания краскам малярной консистенции; наполнители (улучшители) – для удешевления и придания покрытию твердости, химической стойкости, светостойкости, теплостойкости и т. д.

По составу пленкообразователя лакокрасочные материалы подразделяются на следующие основные группы: ацетобутиратцеллюлозные (АБ), полиамидные (АД), полиакриловые (АК), алкидно-акриловые (АС), алкидно-уретановые (АУ), ацетилцеллюлозные (АЦ), битумные (БТ), поливинилацетатные (ВА), поливинилацетальные (ВЛ), винил- и дивинилацетиленовые (ВН), сополимервинилацетатные (ВС), глифталевые (ГФ), полиимидные (ИД), кремнийорганические (КО), копаловые (КП), сополимерокарбонольные (КС), ксифталевые (КТ), канифольные (КФ), масляные (МА), меламинные (МЛ), масляно- и алкидно-стирольные (МС), мочевиновые (МЧ), нитроцеллюлозные (НЦ), полиэфирные насыщенные (ПЭ), полиуретановые (УР), фенолоалкидные (ФА), фторопластовые (ФП), фуриловые (ФР), перхлорвиниловые-поливинилхлоридные (ХВ), хлорированные полиэтиленовые (ХП), сополимеровинилхлоридные (ХС), циклогексановые (ЦГ), политуры шеллачные (ШЛ), эпоксидные (ЭП), этрифталевые (ЭТ), эпоксидоэфирные (ЭФ), этилцеллюлозные (ЭЦ), янтарные (ЯН) и т. д. По назначению они разделены на группы со следующими условными обозначениями: 1 – атмосферостойкие; 2 – ограниченно атмосферостойкие (под навесом и внутри помещений); 3 – консервационные; 4 – водостойкие; 5 – специальные; 6 – маслобензостойкие; 7 – химически стойкие; 8 – термостойкие; 9 – электроизоляционные. В обозначение марки лакокрасочного материала входят буквенное обозначение группы и несколько цифр, первая из которых указывает назначение материала, а остальные составляют порядковый номер его регистрации. Например, обозначение эмали марки ХВ-16 означает: ХВ – перхлорвиниловая эмаль; 1 – атмосферостойкая; 6 – ее регистрационный номер.

Процесс нанесения лакокрасочных покрытий включает следующие основные этапы: подготовку поверхности; ее окраску; сушку и отделку окрашенного слоя.

Подготовка поверхности предусматривает ее очистку, грунтовку и шпатлевку со шлифованием. Очистку поверхностей производят химическим воздействием или механическими средствами (пескоструйной обработкой, зачисткой шлифовальными шкурками и проволочными щетками). Затем на очищенную поверхность наносят грунтовку. По условиям работы грунтовки должны иметь высокую адгезию к покрываемому материалу, заполнять все его неровности и поры, обладать защитными (антикоррозионными) свойствами и хорошей адгезией к последующему слою краски (эмали). Поэтому каждому виду покрываемого металла или другого материала соответствуют грунтовки определенного состава. Загрунтованную поверхность, при необходимости, подвергают шпатлевке. Шпатлевки состоят из минеральной части – пигмента и наполнителей (до 85–90 %), затертых на специальных шпатлевочных лаках (или других пленкообразующих) с добавлением пластификаторов, отвердителей, поверхностно-активных и других легирующих веществ до образования однородной тонкодисперсионной пластичной (пастообразной) массы. Шпатлевками выравниваются неровности на поверхностях изделий перед окрашиванием, а также на уже окрашенных участках, при устранении обнаруженных дефектов. Шпатлевки обладают хорошей адгезией, обеспечивающей прочное сцепление с грунтованной и негрунтованной (грунтшпатлевки, подмазки) поверхностями и достаточной пластичностью, способствующей отверждению шпатлевочного слоя оптимальной толщины (0,1–0,4 мм) без образования трещин и отслоений. Некоторые шпатлевки обладают особыми свойствами – термостойкостью, химической стойкостью, малой теплопроводностью и др. Затем затвердевшая шпатлевка шлифуется пемзой или специальными шкурками с водой для получения качественной поверхности под последующую окраску.

Окраску поверхностей производят в один или несколько слоев следующими способами: ручной окраской кистью, накаткой валками, окунанием, наливом, а также воздушным распылением и распылением в электростатическом поле.

Наиболее трудоемкой и малопроизводительной является ручная **окраска кистью**, а наносимый ею красочный слой характеризуется значительной неравномерностью (разнотолщинностью). В связи с этим в производственных условиях такая окраска практически не применяется.

Накатка красочного слоя **валком** обеспечивает получение однородно окрашенных поверхностей на пленочных и листовых материалах, а также на такой малогабаритной таре простой формы, как бу-

тылки, банки, тубы, стаканчики, пробирки и т. д. Этот процесс хорошо поддается автоматизации и обеспечивает высокую производительность. В таких окрасочных автоматах краска (грунт, эмаль или лак) из красочного ящика 1 (рис. 22.2) дукторным цилиндром 2 передается на раскатной валок 3 и наносится с него тонким равномерным слоем на офсетный цилиндр 4.

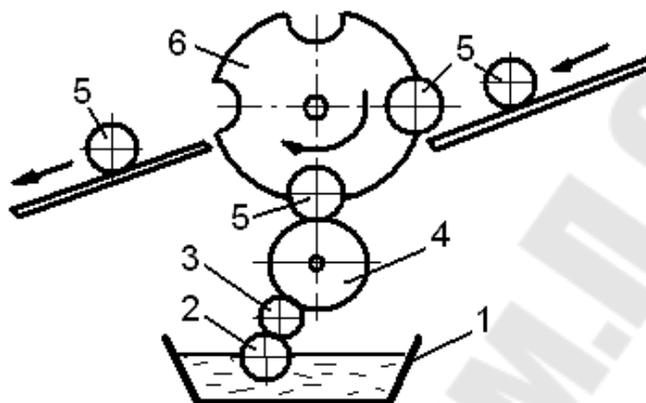


Рис. 22.2. Схема процесса накатки красочного слоя валком

При этом окрашиваемые изделия 5, подаваемые ротором 6, в зоне окраски контактируют с офсетным цилиндром 4, и в результате их совместного синхронного вращения краска накатывается равномерным слоем на декорируемую поверхность. Покрываются лакокрасочными композициями вязкостью 40–100 с по вискозиметру ВЗ-4. Оборудование такого типа часто входит в состав автоматизированных линий по изготовлению малогабаритной тары (туб, стаканов, пеналов) и других изделий.

Малогабаритную потребительскую тару окрашивают также на автоматизированных линиях *окунанием*. Для этого окрашиваемые изделия 1 подвешиваются на захватах 2 (рис. 22.3) непрерывно движущегося конвейера 3 линии, и в процессе перемещения погружаются им в ванну 4 с краской 5. Затем тара медленно выводится конвейером из ванны, и избытки краски стекают с ее поверхности обратно в ванну, обеспечивая равномерность покрытия. Для этого вязкость краски должна быть в пределах 10–25 с по вискозиметру ВЗ-4. Далее окрашенная тара перемещается конвейером через туннельную сушильную камеру 6, где нанесенный красочный слой высыхает и отвердевает. В конце конвейера декорированная тара 7 снимается с его захватов 2 манипулятором 8 и устанавливается на транспортер, перемещающий ее на последующие операции производственного процесса. Процесс

крашения окунанием простой, универсальный, высокопроизводительный и дешевый, но требует повышенного расхода лакокрасочных материалов.

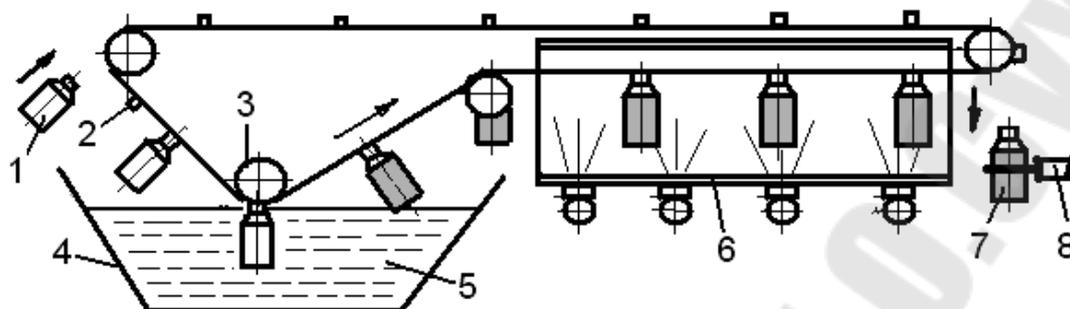


Рис. 22.3. Схема процесса крашения окунанием

**Крашение распылением** применяется для поверхностного окрашивания крупногабаритной тары (цистерн, баллонов, ящиков, канистр) и средств пакетирования грузов (поддонов, контейнеров, кассет, тары-оборудования). Окраска производится пистолетом – распылителем в камерах, снабженных вытяжной вентиляцией. Распыление осуществляется в форсунке пистолета, где жидкая краска дробится струей сжатого воздуха и переходит в состояние аэрозоля, а затем ее частицы захватываются воздушным потоком, переносятся на декорируемую поверхность и сливаются на ней в сплошной слой. Скорость воздушной струи на выходе из форсунки должна составлять 300–450 м/с; давление, создаваемое сжатым воздухом, должно быть 0,25–0,55 МПа, в зависимости от конструкции форсунки; вязкость краски должна быть 20–35 с по вискозиметру ВЗ-4, при этом аэрозольные частицы переносимой краски будут величиной 6–80 мкм. Этот способ универсален и прост в техническом отношении. Он характеризуется большими потерями наносимой краски, преимущественным применением ручного труда, а также повышенной загрязненностью воздуха в рабочей зоне. Поэтому применяемые окрасочные камеры должны обеспечивать полную очистку загрязненного воздуха от лакокрасочной пыли, максимальное удаление образующихся паров аэрозоля и пожарную безопасность процесса.

Крашение **распылением в электростатическом поле** характеризуется тем, что аэрозольным частицам краски придается в процессе распыления отрицательный заряд, вследствие чего они более целенаправленно переносятся воздушным потоком и осаждаются на положительно заряженном окрашиваемом изделии. Этот способ окраски

характеризуется более высокой производительностью, минимальными потерями краски и относительно высоким уровнем механизации процесса на стационарных окрасочных линиях. Особенно он эффективен при окраске изделий сложной формы, а также решетчатых конструкций. К недостаткам можно отнести ограниченный ассортимент применяемых лакокрасочных материалов и не всегда равномерное их нанесение на все поверхности декорируемых изделий.

**Крашение наливом** широко применяют для декорирования поверхностей плоских изделий. Сущность его заключается в том, что плоские изделия 1 (рис. 22.4) перемещаются с постоянной скоростью конвейером 2 через завесу 3 из жидкого лакокрасочного материала, вытекающего из наливной головки 4. В результате этого лакокрасочный материал завесы ложится на декорируемую поверхность и покрывает ее равномерным слоем. При этом краска в наливную головку поступает равномерным потоком по трубе 5, а ее излишки стекают с покрываемой поверхности в емкость 6, расположенную под изделием в зоне налива.

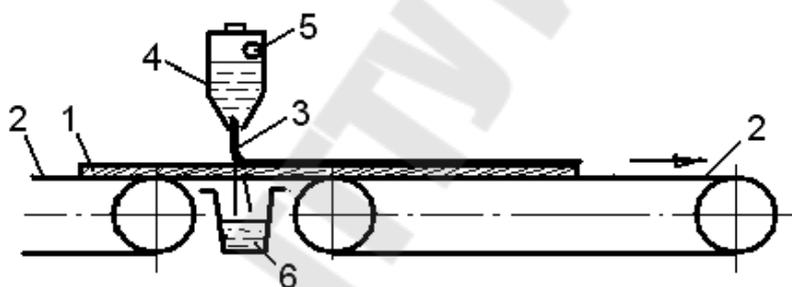


Рис. 22.4. Схема процесса крашения наливом

Этот способ характеризуется высокой производительностью, увеличенным расходом лакокрасочных материалов (не менее  $90 \text{ г/м}^2$ ) и их повышенной вязкостью, позволяющей экономить растворитель.

Отверждение нанесенных лакокрасочных покрытий осуществляется в результате испарения из них растворителей (углеводородных, спиртовых, кетонных, из сложных и простых эфиров), либо в результате реакции окисления (масляные краски и лаки), либо за счет реакции полимеризации или конденсации, либо за счет испарения растворителей с одновременными химическими превращениями. Из этого следует, что термин «сушка», которым называют процесс отверждения покрытия, не вполне отражает физико-химическую сущность протекающих при этом процессов.

Различают сушку естественную, протекающую при температуре воздуха 18–23 °С, и горячую, продолжительность которой по сравнению с естественной уменьшается в 5–6 и более раз, а также высокоэффективную УФ-сушку. Естественная сушка может продолжаться от 30–40 мин (нитроэмали) до 48 и более часов (масляные и спиртовые лакокрасочные материалы).

Существуют следующие виды горячей сушки: конвективная, терморadiационная (лучевая) и с предварительным аккумулярованием тепла.

При **конвективной сушке** нагрев изделий в сушильной камере осуществляется потоками воздуха с температурой 40–80 °С. При этом процесс высыхания начинается на наружной поверхности покрытия, и образовавшаяся пленка препятствует свободному удалению паров растворителя с его нижних слоев. Это увеличивает время сушки и может привести к ухудшению качества покрытия (образованию в нем пузырьков и кратеров). В связи с этим применяют ступенчатую конвективную сушку: при пониженной температуре, на начальном периоде интенсивного испарения растворителя, а затем при повышенной температуре.

**Терморadiационная сушка** основана на способности лакокрасочного материала пропускать основной поток инфракрасных лучей, нагревающих в результате покрываемую поверхность. В этом случае пленкообразование начинается на внутренней поверхности покрытия, а направление потока тепла (от изделия к поверхности покрытия) совпадает с направлением движения испаряющихся летучих частиц. Этим улучшается качество покрытия и сокращается продолжительность сушки. Под инфракрасным излучением понимается невидимая глазом область электромагнитных волн длиной от 0,77 до 350 мкм, в которой наиболее высокой проникающей способностью обладают лучи с длиной волны 1–4 мкм, т. е. преимущественно испускаемые нагревателями с температурой 450 °С и более. Обычно в таких сушильных камерах в качестве источников тепла применяются трубчатые электронагреватели (ТЭНы), реже – электролампы и обогревающие панели.

**Сушка с предварительным аккумулярованием тепла** заключается в том, что декорируемое изделие предварительно нагревают, а затем на его горячую поверхность наносится лакокрасочное покрытие. При этом пленкообразование начинается на внутренней поверхности

покрытия и этим улучшается его качество, а также сокращается продолжительность сушки. Кроме этого предварительный нагрев изделия способствует частичному удалению воздуха из его поверхностных пор, что также способствует повышению качества покрытия. Нагрев декорируемых изделий может производиться различными способами.

Наряду с рассмотренными применяется также и высокоэффективное *фотохимическое отверждение* полиэфирных покрытий ультрафиолетовыми лучами с длиной волны 320–400 нм (УФ-сушка). При такой сушке молекулы покрытия, поглощая энергию УФ-лучей, переходят скачкообразно в электронно-возбужденное состояние и более активно вступают в реакцию. В результате этого продолжительность отверждения соответствующих покрытий сокращается до нескольких десятков секунд. Чтобы повысить чувствительность к УФ-облучению, например, в полиэфирный лак вводят сенсибилизатор, который непосредственно в реакции сополимеризации не участвует, а служит только для переноса поглощенной им энергии на молекулы реагирующих компонентов, так как он интенсивнее, чем ненасыщенные смолы, поглощает ультрафиолетовое излучение. Поверхности, декорированные беспарафиновыми полиэфирными лаками и эмалями, при отверждении облучают ультрафиолетовыми лампами высокого давления (ДРТ-12000) мощностью 1–12 кВт и после сушки таким покрытиям, как правило, не требуется отделочная обработка. Применяемый для отбеливания парафинсодержащий лак вначале должен медленно полимеризоваться, чтобы на поверхности покрытия образовался сплошной защитный слой парафина. Поэтому такие покрытия вначале облучаются лампами низкого давления (люминесцентными), а затем высокого давления (ртутно-кварцевыми), с более высокой мощностью. Отделочную обработку (шлифование, полирование) таких поверхностей можно производить сразу после сушки, т. е. без выдержки времени. С увеличением мощности УФ-облучения процесс отверждения лакокрасочного покрытия ускоряется, однако при этом существует опасность перегрева покрытия. Для исключения перегрева широко применяется импульсная УФ-сушка, при которой энергия подводится короткими импульсами продолжительностью порядка 0,001 с (IST-метод).

Продолжительность отверждения покрытий зависит от вида лакокрасочного материала, толщины наносимого слоя, температуры и способа сушки и некоторых других факторов. Степень высыхания по-

крытия характеризуется его твердостью и определяется следующими тремя стадиями:

1. Высыханием до степени 5, соответствующей такому состоянию, при котором к поверхности покрытия не прилипают частицы пыли.

2. Высыханием до степени 3, при которой пленка имеет такую твердость, которая позволяет производить ее отделочную обработку (шлифование, полирование). При этом твердость покрытия по маятниковому прибору М-3 должна составлять: для нитролаковых покрытий – 0,30–0,35; для полиэфирных покрытий – 0,35–0,55.

3. Полным высыханием – состоянием покрытия, при котором его дальнейшая твердость не меняется и процесс усадки пленки прекращается. Эта стадия отверждения обычно достигается после окончания изготовления изделия. В производственных условиях лакокрасочные покрытия достаточно высушивать до степени 3.

4. Отделка и облагораживание окрашенных поверхностей предусматривает их выравнивание и полирование, печатание рисунков и изображений, например, эмитирующих текстуру, а также лакирование.

5. Выравнивание поверхности лакокрасочного покрытия производится последовательным ее шлифованием шлифшкурками: вначале с зернистостью № 4–5, а затем № 3–4. Толщина удаляемого при этом слоя составляет 50–100 мкм, а глубина рисок после шлифования не должна превышать 2 мкм. Выполняется этот процесс на разнообразных ленточношлифовальных станках, выбор которых определяется размерами и формой изделия.

Полирование покрытий производится в основном полировочными пастами, содержащими абразивный материал различной зернистости. При этом мазеобразную полировальную пасту наносят обычно на полируемую поверхность, а твердую – на полирующий инструмент. Например, широко применяемая мазеобразная полировочная паста № 221 содержит оксид алюминия, аэросил, масла и уайт-спирит; размер входящего абразива – не более 35 мкм. Выполняется полирование на однобарабанных или многобарабанных полировальных станках. При этом наряду с механическим срезанием микровыступов происходит и нагрев поверхности за счет трения до температуры 60–70 °С. В результате поверхность лакокрасочного покрытия становится пластичной и процесс механического удаления микронеровностей дополняется выглаживанием размягченной поверхности. После полирования остатки паст и масел удаляют составами, которые

содержат мягкие минеральные или синтетические порошкообразные материалы, хорошо адсорбирующие масла, или органические растворители. Для обработки поверхностей с нитроцеллюлозными покрытиями используют безабразивные полировочные составы и разравнивающие жидкости. Их действие основано на растворении выступающих микронеровностей и заполнении впадин. Обработка такими составами придает покрытиям блеск на уровне 3-й и 4-й строк по рефлектоскопу Р-4. Из разравнивающих жидкостей используют РМЕ (смесь органических растворителей с добавкой вазелина и поверхностно-активных веществ) и НЦ-313 (раствор коллоксилина и циклогексанон-формальдегидной смолы в органических растворителях с добавлением пластификаторов).

Нанесение на лакокрасочные и другие покрытия декоративных рисунков и графических изображений с последующим их защитным лакированием осуществляет полиграфической печатью и разнообразными другими, рассмотренными ранее методами.

### **23. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЛАСТМАССОВЫХ ИЗДЕЛИЙ К ДЕКОРИРОВАНИЮ**

Пластмассовую тару, пленочные и листовые материалы, а также другие пластмассовые упаковочные изделия перед декорированием обычно подвергают специальной обработке, обеспечивающей улучшение адгезионных свойств их поверхностей. Производят такую обработку физическими и химическими методами. К физическим методам относятся такие, как обработка ионизирующими излучениями и электрическими разрядами, пламенная и тепловая обработка, а также механическая обработка. Химические методы обработки включают химическое обезжиривание, травление, обработку поверхностей растворителями, окислителями и галогенами, а также химическую модификацию самого материала в процессе производства тары.

В частности, поверхность литьевой и выдувной тары из полиолефинов активируют *газопламенным способом*, применяя факельные горелки. При этом обрабатываемая поверхность должна находиться в области восстановительного пламени на расстоянии ( $h$ ) от факела окислительного пламени. Эффективность такой обработки зависит от продолжительности активации ( $\tau$ ), коэффициента избытка воздуха в газовой смеси ( $\alpha$ ), расстояния до поверхности изделия ( $h$ ) и скорости

истечения газа ( $v$ ). Схемы активации поверхностей изделий из полиолефинов газовым пламенем приведены на рис. 23.1.

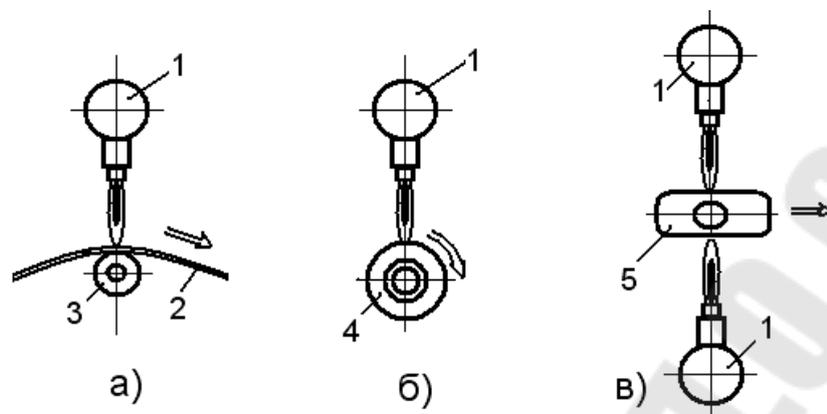


Рис. 23.1. Схемы активации изделий из полиолефинов газовым пламенем: а – пленки; б – выдувной цилиндрической тары; в – плоской и овальной тары; 1 – горелка; 2 – пленка; 3 – охлаждаемый валок; 4 – цилиндрическая тара; 5 – плоская тара

Для получения наилучших результатов активации рекомендуются следующие оптимальные параметры процесса: скорость истечения газа  $v = 2-2,5$  м/с; коэффициент избытка воздуха в газовой смеси  $\alpha = 1,05-1,1$ ; температура в зоне активации  $t = 1050-1100$  °С; продолжительность обработки  $\tau = 0,5-1$  с; расстояние от факела внутреннего окислительного конуса пламени до обрабатываемой поверхности  $h = 15-20$  мм; свободное сечение сопла горелки  $S = 65-85$  %; диаметр отверстия в сопле  $d = 0,5-1,5$  мм. Поверхность пластмассовых изделий после такой обработки остается активной в течение нескольких недель при температуре от  $-5$  до  $+60$  °С.

**Коронным разрядом** в процессе декорирования обычно активируют поверхности пленочных материалов, изготовленных из полиолефинов. Для этого пленку пропускают между заземленным опорным валком и плоским электродом, к которому подводится высокое напряжение. Активация осуществляется при следующих параметрах процесса: скорость движения пленки –  $5-25$  м/мин; зазор между валком и электродом –  $0,5-2,5$  мм; приложенное напряжение –  $2,5-6$  кВ; рабочая частота тока –  $10-20$  кГц; эффективная ширина зоны разряда –  $3-5$  мм; мощность разряда на единице длины электрода –  $3-30$  Вт/см.

Обработку поверхностей пленок **тлеющим разрядом** выполняют в вакуумной камере. Здесь пленку пропускают между электродами, на которых от приложенного высокого напряжения возникает ано-

мальный тлеющий разряд. Производится такая обработка на следующих технологических режимах: разряжение в камере – 1–10 Па; расстояние между электродами – 5–20 см; подаваемое напряжение – 0,25–5 кВ; ток – 100–200 мА; продолжительность обработки – 10–150 с.

Степень обработки поверхности полиолефинов проверяют по смачиванию или с помощью адгезивов. По одному из способов испытания смачиванием изделие погружают в дистиллированную воду так, чтобы поверхность раздела была перпендикулярна обрабатываемой поверхности. В процессе проверки вода с обработанной поверхности должна стекать сплошной пленкой, а не скатываться отдельными каплями. Качественные испытания по методу смачивания можно проводить с помощью универсального индикатора РКС. Для этого 0,04 мл раствора индикатора наносят на проверяемую поверхность. На неактивированной поверхности раствор образует пятна диаметром 8–10 мм, на частично обработанной – диаметром 10–30 мм и на хорошо обработанной – диаметром свыше 30 мм.

В качестве индикатора можно использовать также модельные составы формамида и моноэтилового эфира этиленгликоля с поверхностным натяжением от 56 до 30 дин/см или смеси третичного бутилового спирта и дистиллированной воды с поверхностным натяжением от 23 до 73 дин/см (табл. 23.1). При такой проверке на обработанную поверхность полимера кисточкой последовательно наносят данные модельные составы с возрастанием их поверхностного натяжения. При достижении искомого поверхностного натяжения полоса из нанесенного соответствующего модельного состава на проверяемой поверхности будет разделяться на отдельные капли. Удовлетворительной считается обработка, обеспечивающая поверхностное натяжение не менее 38 дин/см.

Улучшать поверхностные адгезионные свойства пластмассовых изделий можно и их *механической обработкой*, например, в галтовочных барабанах или пескоструйных камерах. Цель такой обработки – создать более развитый поверхностный микрорельеф для последующей металлизации, нанесения лакокрасочных покрытий и декоративной отделки.

При нанесении на поверхность пластмассовых изделий *растворителя* происходит частичное набухание материала и очищение поверхности от загрязнений. В результате улучшается адгезия к такой поверхности наносимых декоративных покрытий.

Таблица 23.1

**Модельные составы для определения поверхностного натяжения  
на обработанной пластмассовой поверхности**

Формаид – моноэтиловый эфир этиленгликоля			Третичный бутиловый спирт – дистиллированная вода		
Формаид, % (об.)	Эфир, % (об.)	Поверхностное натяжение, дин/см	Спирт, % (об.)	Вода, объем, % (об.)	Поверхностное натяжение, дин/см
100	0	56	0	100	73
90	10	53,4	10	90	68
80	20	50,8	20	80	63
70	30	48,2	30	70	58
60	40	45,6	40	60	53
50	50	43,0	50	50	48
40	60	40,4	60	40	43
30	70	37,8	70	30	38
20	80	35,2	80	20	33
10	90	32,6	90	10	28
0	100	30	100	0	23

*Химическое травление* поверхностей пластмассовых изделий можно производить перед их металлизацией или окраской. Проводят химическое травление олеумом, галогенами, озоном, хромовой смесью, бутил- и изопропилтитанатами, азотной кислотой и другими реагентами при нормальной или повышенной температуре.

При *антистатической обработке* в пластмассу вводят специальные добавки (0,05–5 %) – антистатики, которые способствуют образованию на поверхности слоя с повышенной электропроводностью, что предотвращает накопление зарядов статического электричества. В качестве антистатиков используют различные поверхностно-активные вещества, нейтрализованные эфиры фосфорной кислоты, хлориды металлов и другие. Антистатики не всегда благоприятно влияют на эксплуатационные свойства пластмассовой тары, поэтому чаще всего для антистатической обработки применяют индукционные, емкостные, высокочастотные и радиоактивные нейтрализаторы-ионизаторы. Ионизируемый ими у поверхности пластмассовых изделий воздух в сочетании с заземлением всех частей технологического оборудования вызывает ускоренную утечку зарядов статического электричества. Перед такой антистатической обработкой поверхность изделий обеспыливают.

## Литература

1. Полянский, Н. Н. Основы полиграфического производства / Н. Н. Полянский. – Москва : Книга, 1991. – 352 с.
2. Ильин, В. Я. Конструирование и оформление изделий из бумаги и картона : учеб. для техникумов / В. Я. Ильин. – Москва : Лесная пром-сть, 1984. – 128 с.
3. Кирилов, Е. А. Цветоведение : учеб. пособие для вузов / Е. А. Кирилов. – Москва : Легпромбытиздат, 1987. – 128 с.
4. Печатные системы фирмы Heidelberg. Офсетные печатные машины : учеб. пособие / В. И. Штоляков [и др.]. – Москва : Изд-во МГУП, 1999. – 216 с.
5. Техника флексографской печати : учеб. пособие : в 2 ч. / пер. с нем. ; под ред. В. П. Митрофанова, Б. А. Сорокина. – Москва : Изд-во МГУП. – 2000. – Ч. I. – 198 с. – 2001. – Ч. II. – 208 с.
6. Войнов, М. Технология трафаретной печати / М. Войнов // Упаковка и этикетка в Белоруссии. – 2001. – № 3. – С. 34–39.
7. Соломенко, М. Г. Тара из полимерных материалов. Справочное издание / М. Г. Соломенко, В. Л. Шредер, В. Н. Кривошей. – Москва : Химия, 1990. – 400 с.
8. Филатов, В. Н. Термопечать / В. Н. Филатов. – Москва : Энергоатомиздат, 1990. – 136 с.
9. Гудилин, Д. Цифровая печать: технологии и перспективы / Д. Гудилин // Publish. – 2002. – № 2.
10. Борзенко, А. Е. IBM PC: устройство, ремонт, модернизация / А. Е. Борзенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Компьютер-Пресс, 1996. – 344 с.
11. Куликова, А. По полю АЗ на «черно-белой лошадке» / А. Куликова // Publish. – 2003. – № 2.
12. СТБ1100-98. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования.
13. Крикунова, О. Объемные этикетки / О. Крикунова // Упаковка и этикетка в Белоруссии. – 2001. – № 1–2. – С. 21–23.
14. СТБ1146-99. Автоматическая идентификация. Штриховое кодирование. Общие положения.
15. Стюарт, Б. Упаковка как инструмент эффективного маркетинга / Б. Стюарт ; пер. с англ. В. В. Грачева. – Москва : Изд-во МГУП, 1999. – 144 с.

16. Шипинский, В. Г. Упаковка и средства пакетирования. Основные термины, понятия и определения / В. Г. Шипинский // Технологии переработки и упаковки. – 2000. – № 1. – С. 25–26.
17. Кротков, И. Экетировочные автоматы: критерии выбора / И. Кротков // Тара и упаковка / И. Кротков. – 1999. – № 1. – С. 10–13.
18. Сахновский, А. Температура играет цветом (магические кристаллы) / А. Сахновский // Упаковка и этикетка в Белоруссии. – 2001. – № 1–2. – С. 35–37.
19. Николаев, А. Радужная преграда. Голограмма как элемент защиты упаковки продуктов питания / А. Николаев, С. Одинок // Пакет. – 2002. – № 1. – С. 56–58.
20. Этикетка // Технологии переработки и упаковки. – 2000. – № 1. – С. 18–20.
21. Демьянова, Е. Этикеткология для начинающих / Е. Демьянова // Publish. – 2003. – № 2. – С. 33–37.
22. Сорокин, Б. Материалы для самоклеящихся этикеток / Тара и упаковка. – 1998 – № 1. – С. 38–39.
23. Бражников, М. Клей: специфика изготовления и применения / М. Бражников // Упаковка и этикетка в Белоруссии. – 2001. – № 1–2. – С. 32–33.
24. Круль, Л. Отечественные клеи для этикеток / Л. Круль // Технологии переработки и упаковки. – 2000. – № 1. – С. 15–17.
25. Дмитриков, П. Тенденции развития рынка голографической упаковки / П. Дмитриков // Упаковка и этикетка в Белоруссии. – 2000. – № 3. – С. 13–14.
26. Чуканова, Е. Цвет в упаковке / Е. Чуканова // Тара и упаковка. – 2000. – № 6.
27. Шипинский, В. Г. Профессиональная лексика в сфере упаковки / В. Г. Шипинский // Тара и упаковка. – 2003. – № 6. – С. 56–60.
28. Новая технология этикетирования алюминиевых банок / Тара и упаковка. – 1999. – № 5. – С. 38.
29. Пасечник, Е. Этикетки для одежды / Е. Пасечник, Т. Кретьова // Тара и упаковка. – 2001. – № 4. – С. 85.
30. Крашение пластмасс / под ред. Т. В. Парамоновой ; пер. с нем. – Ленинград : Химия, 1980. – 320 с.
31. Калининская, Г. В. Окрашивание полимерных материалов / Г. В. Калининская, С. Г. Доброневская, Э. А. Аврутина. – Ленинград : Химия, 1985. – 184 с.

32. Шалкаускас, М. Химическая металлизация пластмасс / М. Шалкаускас, А. Вашкялис. – Москва : Химия, 1977. – 168 с.

33. Гилязетдинов, Л. П. Фольга для горячего тиснения / Л. П. Гилязетдинов, Г. М. Левин, М. В. Огороднева. – Москва : Книга, 1981. – 111 с.

34. Зимон, А. Д. Адгезия пленок и покрытий / А. Д. Зимон. – Москва : Химия, 1977. – 352 с.

35. Барташевич, А. А. Технология изделий из древесины : учеб. для вузов / А. А. Барташевич, В. В. Богомазов. – Минск : Выш. шк., 1995. – 362 с.

36. Машиностроительные материалы : краткий справочник / В. М. Раскатов [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1980. – 511 с.

37. Джонс, Д. Инженерное и художественное конструирование / Д. Джонс. – Москва : Мир, 1976. – 401 с.

38. Зайчик, Ц. Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий / Ц. Р. Зайчик. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 351 с.

39. Лынченко, Е. Этикет-пистолеты на белорусском рынке / Е. Лынченко // Технологии переработки и упаковки. – 2001. – № 2. – С. 36–37.

40. Лынченко, Е. Эtiquетирование по-европейски (Европейские технологии наклеивания этикеток) / Е. Лынченко // Технологии переработки и упаковки. – 2001 – № 6. – С. 50–51.

41. Шипинский, В. Г. Упаковка и средства пакетирования : учеб. пособие / В. Г. Шипинский. – Минск : Технопринт, 2004. – 416 с. : ил.

42. Бортников, В. Г. Производство изделий из пластических масс : учеб. пособие для вузов. В 3 т. Т. 1. Теоретические основы проектирования изделий, дизайн и расчет на прочность / В. Г. Бортников. – Казань : Дом Печати, 2001. – 246 с.

43. Ефремов, Н. Ф. Тара и ее производство : учеб. пособие / Н. Ф. Ефремов. – Москва : Изд-во МГУП, 2001. – 312 с.

44. Смирнов, С. И. Шрифт и шрифтовой плакат / С. И. Смирнов. – изд. 3-е. – Москва : Плакат, 1980. – 144 с.

45. Шипинский, В. Г. О свете, цвете и синтезе цветов / В. Г. Шипинский // Технологии переработки и упаковки. – 2005. – № 1. – С. 38–41 ; № 2. – С. 47–48.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

### А

Автоподатчики документов 142  
Акклиматизация бумаги 89  
Активация поверхностей пластмассовых изделий 250–253  
- газопламенным способом 250  
- коронным разрядом 251  
- механической обработкой 252  
- нанесением растворителей 252  
- тлеющим разрядом 251  
- химическим травлением 253  
Антистатическая обработка 243  
Аппликаторы 222, 224–226

### Б

Бескрасочное тиснение (конгрев) 151; 230  
Бигование 152  
Бронзирование оттисков 151  
Брошюра 154  
Брэнд 170  
Бумагопитающие устройства 77

### В

Верстка издания 157  
Выделяемая краска 69  
Высечка 152

### Г

Газета 154  
Гарнитура 17  
Гравирование 45, 53  
- электронно-механическое 45, 53

- лазерное 53  
- электронно-лучевое 53

Грунтовки 241

Глубокая автотипия 52

### Д

Декалькомания 227–339  
- мокрая 227  
- сухая 227  
- горячая 338

Деколь 227

Декор 6

Декорирование тиснением 230–236

Диапозитив 28

Дизайн 5, 167

Дизайн упаковки 167, 175

Доминирующая длина волны 58

Дубликаторы 123, 138–142

Дуплексы 143

Дополнительные лотки 143

Диспенсеры 222

### Ж

Журнал 154

### И

Идентификационный товарный номер 170

Изготовление оригинал-макета 157

Изготовление печатных форм 34–54; 159

- бесpigментным способом 52

- глубокой печати 49–54

- гравированием печатающих элементов 53
- высокой печати 41–48
- лазерным гравированием 53
- плоской офсетной печати 35–41
- пигментным способом 50
- электронно-механическим гравированием 45, 53
- электронно-лучевым гравированием 53

Изображение 28

- негативное 28
- позитивное 28
- многокрасочное 71

Интенсивность цвета 59

Информация 23

- текстовая 23
- изобразительная 23

Ионография 143

## К

Каптал 155

Каширование 148

Кегль 17

Клей 192–193, 194, 197–198

Клише 45, 230–231

Книга 154, 156–165

- обертывание 164
- окончательный контроль 164
- прессование 163
- штриховка 164
- упаковывание 164

Книжный блок 155, 162

- комплектование 161
- скрепление 162
- обработка 162

Комплектование книжного блока 161

- вкладкой 161
- подборкой 161

Кольеретка 169

Контрэтикетка 169

Корешок 155

Корешковый материал 155

Краски 241

- густотертые 241
- масляные 241
- эмалевые 241

Краско-оттиск 15

Краско-прогон 15

Красочный аппарат 79

Крашение 240–247

- пластмасс в массе 239
- кистью 243
- накаткой валками 243
- окунанием 244
- наливом 246
- распылением воздушным 245
- распылением в электростатическом поле 245

Крышки переплетные 154, 163

- изготовление и оформление 163
- вставка блоков 163

Ксилография 8

## Л

Лаки 241

Лакирование 147–148

Лакокрасочные материалы 241

Лазеры 40

Ленточка-закладка 156

Линиатура растривания 25

Линии постоянной чистоты 68  
Листопробег 15  
Лист 14  
- авторский 14  
- издательский 14  
- учетно-издательский 14  
- печатный 14  
- физический печатный 14  
- условный печатный 15  
Литография 10

## М

Магнитография 144  
Манипуляционные знаки 168  
Маркировка 167–168  
- потребительская 168  
- транспортная 168  
- экологическая 168  
Матрицы 47–48  
- для гальваностереотипов 47  
- для отливки стереотипов 47  
- для прессованных стереотипов 48  
Металлизация 238–239  
- напылением в вакууме 239  
- химико-гальваническая 238  
Методы синтеза цвета 59–63  
- аддитивный 61–63  
- субтрактивный 59–61  
Микроштриховые растровые элементы 25  
Монтаж фотоформ 34, 158

## Н

Нанесение клеевого слоя 149  
Насыщенность цвета 58

## О

Обложки 154

Обрезы 155  
Оригиналы 23  
- изобразительные 23  
- полутоновые 24  
- смешанные 24  
- тоновые 24  
- штриховые 23  
Освещенность 57  
Отделка полиграфической продукции 146–153

## П

Парафинирование 149  
Переводная фольга 231  
Перфорирование оттисков 152  
Печатание 8, 75, 150, 160  
- металлизированными красками 150  
- тиража 160  
Печатная форма 8  
- биметаллическая 37  
- микроцинковая 45  
- монометаллическая 36  
- наборно-отливная 42  
- оригинальная 42  
- стереотипная 42, 46  
- фотополимерная 43–45  
- цветоделенная 69  
Печатные устройства 78–79  
- офсетные 79  
- плоскочечатные 79, 109  
- ротационные 79, 109  
- тигельные 78, 108  
Печать 19  
- высокая 20, 90–92  
- глубокая 20, 92–94  
- офсетная 22  
- плоская 20, 82–89  
- струйная 124, 133–137

- термотрансферная 115
  - трафаретная 102–110
  - флексографская 23, 95–102
  - электронная 123–146
  - электрофотографическая 124–129
  - Печатные машины 75–94
    - высокой печати 90–92
    - глубокой печати 92–94
    - плоской офсетной печати 82–90
    - тампопечати 111–112
    - флексографской печати 95–102
  - Печатно-брошюровочная линия 165
  - Пигменты 241
  - Пигментная бумага 50
  - Пластификация 149
  - Поверхности 56
    - ахроматические 56
    - хроматические 56
    - цветные 59
  - Подготовка 159–160
    - печатной бумаги 159
    - печатных красок 159
    - печатной машины 159
  - Покрытия 236–250
    - металлические 237
    - лакокрасочные 240
    - неметаллические неорганические 237–238
    - полимерной пленкой 148
  - Полиграфическое производство 8, 153–166
  - Полиграфия 7
  - Позитив 28
  - Приводка 89
  - Прессование 161–164
    - тетрадей 161
    - книг 163
  - Приемно-выводное устройство 80
  - Принтеры 33, 123, 130–137
    - лазерные 130–131
    - светодиодные 131–132
    - струйные 133–138
    - струйные непрерывные 133–134
    - струйные импульсные 135–137
    - струйные пьезоэлектрические 135
    - струйные термоэлектрические 135
    - струйные твердочернильные 137–138
    - цветные электрофотографические 132–133
  - Принтер-аппликаторы 226
  - Принтер-копиры 123
  - Приправка 91
- Р**
- Разрезка запечатанных листов 160
  - Растривание 31
  - Редактирование 157
  - Репродуцируемый оригинал-макет 157–158
  - Ризографы 138–142
  - Рицевание 153
- С**
- Свет 55
  - Световое излучение 55
    - монохроматическое 55
    - сложное 55

Световой поток 57  
Сила света 57  
Сканеры 32  
Спуск полос 158  
Средства декорирования  
и информации 167–174  
Стандартный знак соответствия  
169  
Суммарное усилие печатания 76  
Сушильные устройства 81  
Сушка 81, 247–249

- газопламенная 81
- конвективная 81, 247
- с предварительным аккумуля-  
рованием тепла 247–248
- терморadiационная 81, 247
- УФ-излучением 81, 248
- электронными лучами 81

## Т

Тампопечать 111–112  
Термопечать 113–122

- на физических эффектах  
113–115
- на химических эффектах  
115–117

Термопечатающая матрица 118  
Термопечатающий элемент 118  
Термоусадочные пленки 207–208

- напряжение усадки 208
- степень усадки 208

Термочувствительные носители  
информации 119–120  
Термопринтеры 122  
Термотрансферная печать 115  
Тетрадь 15  
Типографский пункт 13  
Тираж 15  
Тиснение 230–236

- бескрасочное 151, 230–231
- глубокое негативное 232
- глубокое позитивное 232
- гренированием 151
- переводной фольгой 151,  
231–236
- плоское 232
- рельефное (конгревное)  
152, 232

Товарный знак 169  
Точность воспроизведения 76

- градационная 76
- графическая 76
- цветопередачи 76

Триады красок 71

## У

Упаковывание продукции 5  
Устройства 80–81

- приемно-выводные 80–81
- сушильные 81
- финишной обработки 143

## Ф

Фальцовка 153, 160  
Физический эффект оплавления  
113  
Форзацы 155  
Формат издания 13  
Формат печатных бумаг 13  
Формат полосы 13  
Формпринт 205  
Формы 19

- глубокой печати 20
- высокой печати 20
- плоской печати 20
- трафаретной печати 102–124
- флексографской печати 96

Фотографические процессы 28

Фотокопировальный процесс  
35  
Фотонабор 33  
Фотопленка 29  
Фотоформа 28

## Х

Химический метод термопечати  
115  
Художественно-техническое  
оформление 157

## Ц

Цвет 55  
Цветность 58  
Цветовой график МКО 65–68  
Цветовой круг 61  
Цветовой охват 71  
Цветовой тон 58  
Цветоделение 158  
Цветокорректирование 72  
- ручное 72  
- фотографическое 72  
- электронное 72

## Ч

Чистота цвета 58

## Ш

Шпатлевки 241  
Шрифты 15–18  
- афишно-плакатные 18  
- выделительные 18  
- начертания 17  
- полиграфический 15  
- размер 17  
- текстовые 18  
- титульные 18

Штанцевание 152  
Штанцевальное оборудование  
152  
Штриховой код 170  
Штриховое кодирование 170–172

## Э

Экземпляр 15  
Экспонирование 30  
- контактное 30  
- проекционное 30  
Экспозиция 30  
Электрофотографические копи-  
ровальные аппараты 124–130  
Элкография 144–146  
Этикетирование 191  
Этикетировочные машины  
213–226  
Этикетки 168, 174–212  
- вплавающие 205–207  
- для одежды и галантерей-  
ных товаров 210–212  
- защита от подделки  
179–191  
- объемные 200–205  
- рулонные 191  
- самоклеящиеся 191,  
196–200  
- создание 175–179  
- сухие 191; 193–196  
- термоусаживаемые  
207–210  
- флатовые 191  
Этикет-пистолеты 222–224

## Я

Яркость 57  
Ярлык 168

## Оглавление

Предисловие.....	3
Введение.....	5
1. Сведения из истории развития полиграфии.....	8
2. Единицы измерений и шрифты, используемые в полиграфии.....	13
2.1. Полиграфические шрифты.....	15
3. Основные виды и способы печати.....	19
4. Особенности полиграфического воспроизведения изобразительной информации.....	23
5. Изготовление фотоформ.....	27
6. Производство печатных форм.....	34
6.1. Изготовление печатных форм плоской офсетной печати.....	35
6.2. Изготовление печатных форм высокой печати.....	41
6.3. Изготовление печатных форм глубокой печати.....	49
7. Понятия о свете, цвете и синтезе цветов.....	54
8. Особенности полиграфического воспроизведения многоцветных изобразительных оригиналов.....	69
9. Печатные машины и агрегаты.....	75
9.1. Общие сведения о печатных машинах и агрегатах.....	77
9.2. Машины плоской офсетной печати.....	82
9.3. Машины высокой печати.....	90
9.4. Машины глубокой печати.....	92
10. Флексографская печать.....	95
11. Трафаретная печать.....	102
12. Тампопечать.....	111
13. Термопечать.....	113
14. Электронные средства печати.....	123
14.1. Электрофотографические копировальные аппараты.....	124
14.2. Лазерные и светодиодные электрофотографические принтеры.....	130
14.3. Устройства бесконтактной струйной печати.....	133
14.4. Твердочернильные струйные принтеры.....	137
14.5. Дубликаторы (ризографы).....	138

14.6. Дополнительное оборудование для копируемых аппаратов и принтеров .....	142
14.7. Некоторые другие специальные виды печати.....	143
15. Отделка полиграфической продукции.....	146
16. Производство полиграфической продукции.....	153
16.1. Характеристика массовой издательской продукции.....	154
16.2. Производство издательской продукции.....	156
16.3. Производство упаковочной печатной продукции.....	165
17. Средства декорирования и информации .....	167
18. Этикетки.....	174
18.1. Создание этикеток.....	175
18.2. Защита этикеток и товаров от подделки .....	179
18.3. Плоские приклеиваемые этикетки .....	191
18.4. Объемные этикетки.....	200
18.5. Вплавляемые этикетки.....	205
18.6. Термоусаживаемые этикетки .....	207
18.7. Этикетки для одежных и галантерейных товаров .....	210
19. Этикетировочные машины .....	213
20. Декалькомания.....	227
21. Декорирование тиснением.....	230
21.1. Бескрасочное тиснение (конгрев) .....	230
21.2. Горячее тиснение переводной фольгой.....	231
22. Крашение и металлизация .....	236
23. Предварительная подготовка поверхностей пластмассовых изделий к декорированию.....	250
Литература .....	254
Предметный указатель .....	257

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

**Шипинский Владимир Георгиевич**

**ОСНОВЫ ПОЛИГРАФИИ  
И ДЕКОРИРОВАНИЯ УПАКОВКИ**  
**Курс лекций**  
**для студентов специальности**  
**1-36 20 02 «Упаковочное производство»**

**Электронный аналог печатного издания**

Редактор *Н. И. Жукова*  
Компьютерная верстка *Н. В. Широглазова*  
Художник обложки *М. В. Дриго*

Подписано в печать 25.03.08.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Ризография. Усл. печ. л. 15,58. Уч.-изд. л. 16,35.  
Изд. № 33.

E-mail: [ic@gstu.gomel.by](mailto:ic@gstu.gomel.by)  
<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Издательский центр  
учреждения образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого».  
ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.  
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.

ISBN 978-985-420-722-3



9 789854 207223