

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

А.А. НЕЧИТАЙЛО, Н.Т. ТИХОНОВ, Е.В. ШОКОВА

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕЧАТНЫХ ПРОЦЕССОВ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» в качестве учебника для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальностям «Технология полиграфического производства», «Технология упаковочного производства» и по направлению подготовки бакалавров «Технология полиграфического и упаковочного производства»

САМАРА
Издательство СГАУ
2013

УДК 002.2
ББК 37.8я7
Н593

Рецензенты: чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, проф. В.А. Барвинок;
д-р техн. наук, проф В.Л. Балакин;
д-р техн. наук, проф. Е.А. Изжуров

Нечитайло А.А.

Н593 Технология печатных процессов: учеб. / А.А. Нечитайло,
Н.Т. Тихонов, Е.В. Шокова. – Самара: Изд-во СГАУ, 2013.
– 168 с.: ил.

ISBN 978-5-7883-0958-3

Рассмотрена технология основных печатных процессов в соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению «Технология полиграфического и упаковочного производства» института печати Самарского государственного аэрокосмического университета. Основное внимание уделено технологии офсетной печати. Кратко рассмотрены высокая печать, глубокая печать, флексографская печать и плоская печать. Цифровые технологии печати, учитывая их специфику, в данном издании не рассматриваются.

Учебник предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Технология полиграфического и упаковочного производства». Может быть полезен для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Издательское дело», а также преподавателям, готовящим специалистов для полиграфии и издательского дела.

Подготовлено на кафедре технологии машин и полиграфического производства.

УДК 002.2
ББК 37.8я7

ISBN 978-5-7883-0958-3

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЕЧАТНОМ ПРОЦЕССЕ.....	11
1.1. Современная классификация способов печати.....	12
1.2. Способы печати с применением печатных форм.....	13
1.3. Способы печати без применения печатных форм.....	22
1.4. Листовая и рулонная печать.....	26
1.5. Управление печатными процессами.....	27
2. ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ОТТИСКОВ.....	32
2.1. Смачивание, прилипание и впитывание печатной краски.....	32
2.2. Избирательное смачивание.....	37
2.3. Установление баланса «краска – вода».....	39
3. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ПОЛОСЕ ПЕЧАТНОГО КОНТАКТА.....	42
3.1. Давление в печатном процессе.....	42
3.2. Зависимость количества краски, переходящей с формы на бумагу, от давления печатания.....	46
3.3. Способы создания давления в печатной машине.....	48
3.4. Декели и их деформационные свойства.....	55
4. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗА- ТЕЛЕЙ ФОРМ И ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	66
4.1. Общие требования к печатным формам.....	66
4.2. Подготовка материалов к печатанию.....	69
4.2.1. Подготовка бумаги к печатанию.....	69
4.2.2. Подготовка краски к печатанию.....	72

5. ОБЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕЧАТНОГО АППАРАТА.....	76
5.1. Характеристика основных частей печатного аппарата.....	76
5.2. Схемы построения печатных аппаратов.....	78
5.3. Установка декеля.....	81
5.4. Общая техническая схема подготовки печатных машин к печатанию тиража.....	84
5.5. Методы контроля печатного процесса.....	85
6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРАСОЧНЫХ АППАРАТОВ ПЕЧАТНЫХ МАШИН.....	87
6.1. Основные элементы красочных аппаратов.....	87
6.2. Типы красочных аппаратов.....	92
6.2.1. Красочные аппараты для вязких красок.....	93
6.2.2. Красочные аппараты для жидких красок.....	98
7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УВЛАЖНЯЮЩИХ АППАРАТОВ ПЕЧАТНЫХ МАШИН.....	101
7.1. Основные элементы увлажняющих аппаратов.....	101
7.2. Требования к увлажняющим растворам.....	104
8. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПЕРЕНОСА КРАСКИ.....	107
8.1. Основные явления краскопереноса.....	107
8.2. Перенос краски с формы на запечатываемый материал.....	113
8.3. Переходные процессы при транспортировке краски до оттиска.....	121
8.4. Закрепление краски на оттиске.....	122
9. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МНОГОКРАСОЧНОЙ ПЕЧАТИ.....	132
9.1. Синтез цвета в печатном процессе.....	132

9.2. Явление муара при многокрасочном печатании.....	137
10. ФОРМИРОВАНИЕ И РЕГУЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ НА СТАДИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОТТИСКА.....	140
10.1. Единичные показатели оттисков.....	142
10.2. Подобие воспроизведения изображения в печатном процессе.....	147
11. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ПЕЧАТАНИЯ В ОСНОВНЫХ СПОСОБАХ ПЕЧАТИ.....	157
11.1. Высокая и флексографская печать.....	157
11.2. Глубокая печать.....	159
11.3. Плоская печать.....	162
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	165
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	166

ПРЕДИСЛОВИЕ

Функционирование полиграфических производств как первичного звена народной экономики в рыночных условиях выдвигает новые требования к руководителям и специалистам, которые сегодня должны владеть как современным типом экономического мышления, так и основами анализа и оценки текущей ситуации, ориентации в стратегическом направлении развития производства, самостоятельно формировать цели развития, принимать эффективные решения и разрабатывать механизмы достижения поставленных целей. От уровня профессиональной подготовки руководителей и специалистов, их компетенций и понимания важности поставленных целей в основном зависит решение конкретных производственных задач.

Как и все отрасли производства полиграфия в современном мире развивается бурными темпами. Еще десять лет назад мы только слышали о тех полиграфических технологиях, которые сегодня обязан знать и обладать навыками использования каждый уважающий себя полиграфист-технолог.

Ощущая определенную нехватку учебников по технологии печатных процессов авторы сочли необходимым восполнить существующую нишу в рамках преподаваемых ими дисциплин в институте печати Самарского государственного аэрокосмического университета за исключением технологий цифровой печати.

Авторы выражают благодарность ведущим специалистам полиграфических предприятий Поволжского региона за ценные советы и рекомендации, а так же за доброжелательное участие в выпуске данного учебника.

Надеемся, что данное издание принесет пользу не только студентам и преподавателям института печати Самарского государственного аэрокосмического университета.

ВВЕДЕНИЕ

Печатное дело имеет многовековую историю, богатую событиями и именами, поднявшими его в своих лучших образцах до уровня высокого искусства. Вместе с тем развитие печатных машин и технологии печатных процессов, сыгравших огромную роль в истории общечеловеческой культуры вообще и книгоиздательского дела в частности, оставалось и остается, как и прежде, связанным как с совершенствованием общественных отношений, так и с развитием производительных сил (промышленными переворотами XVIII–XIX вв., научно-технической революцией, начавшейся в середине XX в.). На службу печатным процессам в последние десятилетия пришли электронно-вычислительная техника, используемая для управления полиграфическими машинами, контроля производственных процессов, программирования и регулирования отдельных, в том числе весьма тонких и важных, стадий изготовления печатной продукции; химия полимеров, в немалой степени способствовавшая как улучшению свойств традиционно используемых в полиграфии основных и вспомогательных печатных материалов, так и созданию принципиально новых материалов с полностью отвечающими практике эксплуатационными характеристиками – прежде всего бумаг, красок, резинотканевых офсетных пластин (декелей), покрытий для красочных валиков, а также многие другие достижения научно-технической мысли.

К изучению печатного процесса наряду с традиционными методами материаловедения, физики, химии привлечены и такие области знания, как кибернетика, математическое моделирование и др. Печатный процесс явился объектом приложения сил замечательных советских ученых, среди которых академик П.А. Ребиндер, член-корреспондент АН СССР Б.В. Дерягин, профессора М.П. Воларович, Л.А. Козаровицкий, В.С. Лапатухин, П.А. Попрядухин, К.В. Тир, А.А. Тюрин. Именно их усилиями, а также усилиями видных зарубежных специалистов – профессоров А. Воута, А. Зеттлмойера, С. Карттунена, О. Перила, Д. Толленаара, Ж. Фецко и других теория печатного процесса была сформулирована как самостоятельная наука, получили интенсивное развитие экспериментальные методы исследования печатного процесса и его результатов, что, с одной стороны, позволило выявить некоторые фундаментальные закономерности формирования изображения в процессе печатания, а с другой – достаточно четко определило направления дальнейших исследований.

Нельзя не отметить, что печатная продукция в течение ряда последних лет подвергается всевозрастающей конкуренции со стороны таких средств массовой коммуникации (СМК), которые используют способы доставки информации потребителю, не имеющие ничего общего с традиционной полиграфией. Основываясь на использовании самых современных технических средств, в том числе последних достижений электроники, новые СМК постепенно завоевывают в промышленно развитых странах все более заметное место.

Первые попытки компьютеризации процесса передачи информации относятся еще к 30-м гг. 20-го столетия, однако именно в последние десятилетия эта тенденция получила интенсивное развитие, чему в немалой степени способствовал и ряд субъективных недостатков, свойственных печатным способам размножения информации и наиболее отчетливо выявившихся именно в условиях «информационного взрыва». К числу этих недостатков относятся:

ограниченная информативная емкость печатных изданий на бумаге и связанные с этим затруднения в автоматизации поиска и доставки требуемой информации;

малая оперативность издания печатной продукции, вступающая в острое противоречие с напряженным ритмом жизни современного общества;

большая трудоемкость и высокая стоимость распространения печатной продукции (что, в частности, вызвало к жизни различные варианты децентрализации печатания прежде всего многотиражных периодических изданий);

необходимость применения бумаги — материала растительного происхождения, изготовление которого сопряжено с огромными затратами трудновоспроизводимого естественного сырья, значительным энергопотреблением, определенной вредностью в отношении окружающей среды.

В противовес этому электронные средства распространения информации характеризуются быстротой подачи и возможностью длительного хранения материала, большой емкостью накопителей информации, сохранением окружающей среды, экономией затрат на транспортировку.

Новая коммуникационная техника получила достаточно широкое распространение в типографиях прежде всего в качестве основного звена первичной переработки информации, подлежащей полиграфическому воспроизведению. Однако применительно к печатным процессам складывается несколько своеобразная ситуация. Основной

проблемой современного печатного производства является трудоемкость подготовительных операций, главные задачи которых — это обработка, хранение и поиск элементов информации, составляющих окончательное изображение. В связи с этим на первое место выдвигается способность электронных систем обрабатывать, хранить и осуществлять поиск информации в наиболее удобной форме.

В целом электронные СМК различных видов интенсивно развиваются и все более глубоко проникают в различные сферы общественной жизни. Однако внедрение этих средств — процесс весьма сложный не только в организационно-техническом, но и в социальном плане, т.к., по мнению специалистов, необходимы предварительное исследование их физического и психологического воздействия на человека и предотвращение как бесконтрольного развития и применения этих средств, так и «нивелирования» информационного потока в результате чрезмерно жесткой административной регламентации. Иначе говоря, успех и жизнеспособность новых СМК зависят в первую очередь от восприятия их потребителем.

Все это делает вопросы сосуществования печатных и электронных СМК все более актуальными. Однако рост потребления и стоимости бумаги подобно дамклову мечу висит над весьма обширным конгломератом экономико-технологических факторов, определяющих конкурентоспособность полиграфии.

Всевозрастающая конкуренция со стороны СМК ставит полиграфию перед дилеммой: либо путем использования новейших электронных способов репродуцирования и автоматизированных систем управления сохранить свое господствующее положение в области выпуска общественно-политических, литературно-художественных и научно-технических изданий, а тем самым и свое видное место в экономике промышленно развитых государств, либо уйти из сферы оперативной информации, ограничиваясь узкой областью выпуска высокохудожественных и специальных изданий весьма небольшими тиражами.

По мнению авторитетных международных форумов, для того чтобы успешно выдержать конкуренцию, необходимы весьма существенные изменения, направленные в конечном счете, как уже отмечалось, на автоматизацию всех производственных процессов и создание полностью интегрированных высокоавтоматизированных линий и систем, начиная с первичной обработки текстовой и иллюстративной информации и кончая переплетными процессами и экспедированием готовой продукции.

Полиграфия принимает этот вызов. Крупнейшие международные специализированные выставки последних лет свидетельствуют о возрастающих возможностях полиграфии не только в сохранении, но и в расширении своих позиций. Опыт, накопленный многими поколениями ее творцов, позволит сохранить для всех будущих поколений, на все времена возможность общения с Книгой, не только воплотившей в себе выдающиеся и непреходящие в веках достижения человеческого гения в области науки и техники, но и ставшей, по выражению известного английского писателя XIX в. Томаса Карлейля, одним из самых удивительных проявлений человеческого творчества.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЕЧАТНОМ ПРОЦЕССЕ

Печатание основано на физико-химических и физико-механических процессах и представляет собой сложный комплекс молекулярно-поверхностных явлений, возникающих между поверхностями красочных валиков, печатающих элементов формы, резинотканевой пластины (в офсетном способе печати) и бумаги (в общем случае – запечатываемого материала).

Печать – процесс многократного воспроизведения информации (иллюстраций, графики, текста) путем нанесения печатной краски с помощью носителя изображения (например, печатной формы) на запечатываемый материал.

Печатная форма – материальный объект, с помощью которого краска переносится на запечатываемую подложку или промежуточный носитель для воспроизведения текста, графики. С одной печатной формы обычно изготавливают большое количество оттисков.

Печатное изображение – информация, содержащая совокупность всех печатающих элементов изображения, воспроизводимого в результате печати.

Печатающий элемент – участок, который передает или воспринимает краску (например, начертание литеры, линия, растровая точка или ячейка) на любой стадии представления того, что должно быть воспроизведено в печати.

Производство печатной продукции можно представить как систему обработки информации, внутри которой она претерпевает изменения и имеет разные носители, такие как слайд, негатив на пленке, цифровой лист, конечный продукт. Вид используемого носителя информации зависит от применяемого способа печати.

В основе процесса печатания во всех традиционных способах печати лежит принцип передачи изображения с печатной формы на воспринимающую поверхность — печатный материал. Кроме того, в офсетном способе печати происходит двойной перенос краски: с печатной формы на офсетный цилиндр с эластичной резинотканевой пластиной и с последнего на бумагу.

Для получения оттисков в процессе печатания необходимо, чтобы в машине производились следующие операции:

раскатывание печатной краски и нанесение ее на печатную форму;

подача бумаги к печатному цилиндру;

передача краски под давлением с формы на запечатываемый материал (в случае офсетной печати – на резинотканевую пластину и затем на запечатываемый материал);

удаление оттиска с печатного цилиндра.

1.1. Современная классификация способов печати

Различают традиционные способы печати, основанные на применении печатной формы, и так называемые бесконтактные способы печати (NIP – Non-Impact-Printing), которые не нуждаются в «материальных» печатных формах (рис.1).

Примерами способов печати с использованием печатных форм являются офсетная, высокая, флексографская и трафаретная печать.

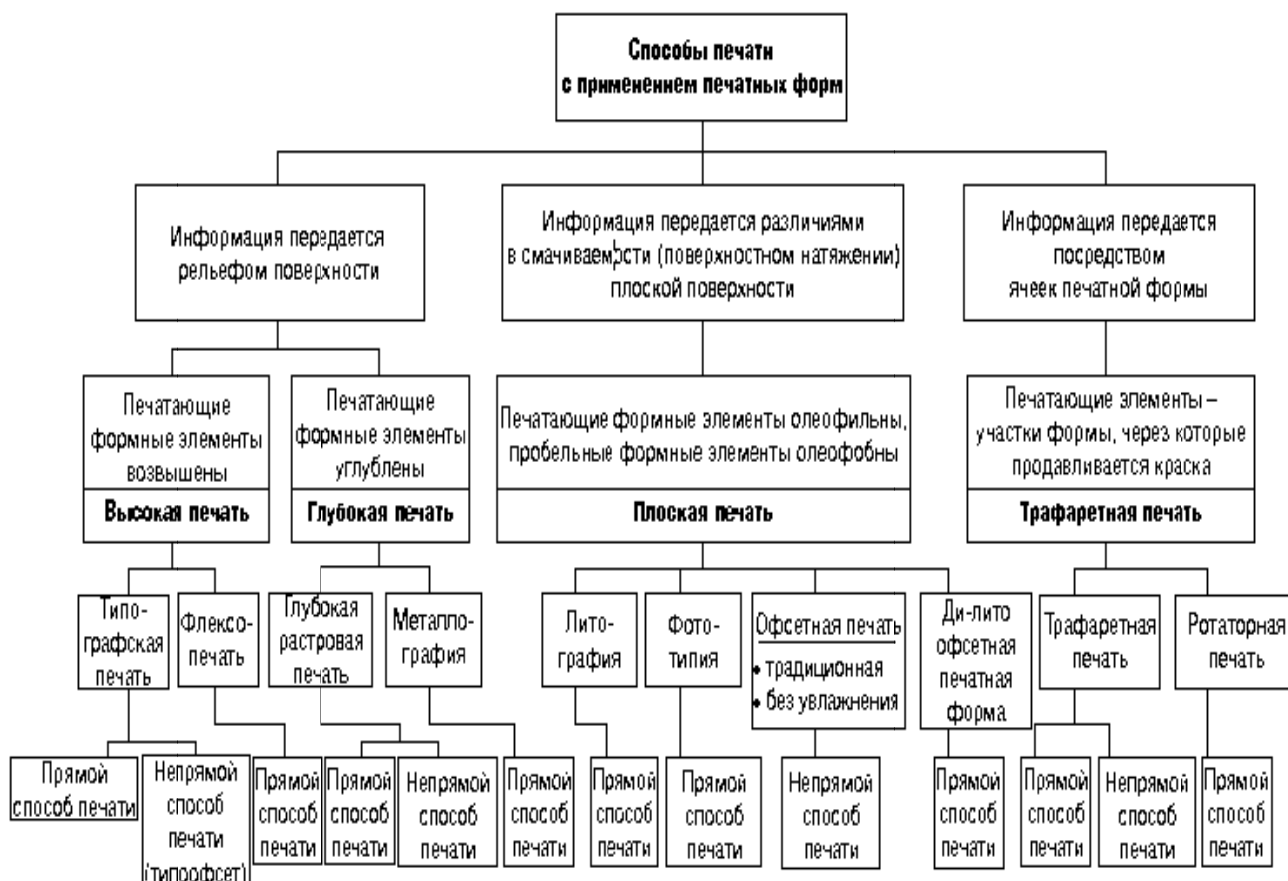


Рис. 1. Способы печати с применением печатных форм

Бесконтактные способы – это главным образом электрофотография и струйная печать (электрофотография в точном смысле не является бесконтактной, она отнесена к ней в силу малого давления при печати).

Как изображено на рис. 1, все способы печати имеют одну цель: перенести информацию на материал (например, бумагу – листовую или рулонную). Для выполнения этой задачи необходимы допечатная фаза подготовки к печати, так же как и послепечатная, завершающая – создание печатной продукции.

1.2. Способы печати с применением печатных форм

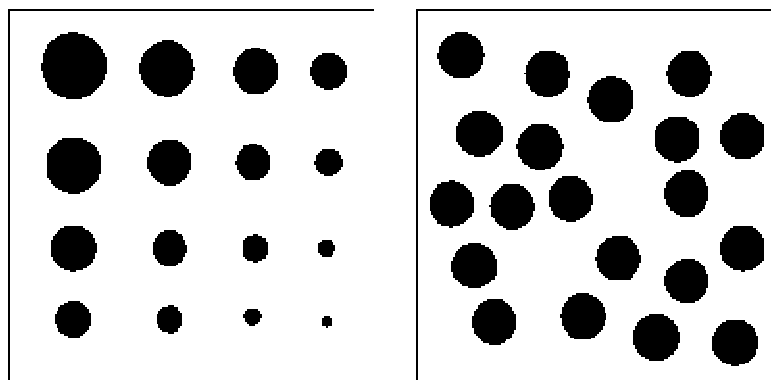
Способы печати с применением печатных форм относят к так называемым традиционным способам печати.

Для всех способов, представленных на рис. 3, печатная форма является элементом - носителем информации. Переносом с нее краски воспроизводится информация на запечатываемом материале. Весь объем информации передается через печатающие (несущие краску) и пробельные (без краски) элементы.

Для того чтобы получить возможность воспроизвести в печати цветовые тоновые градации (например, фотографического оригинала), оригинал должен быть разложен на растровые точки, изменяющиеся по размеру или расстоянию друг от друга. Этот процесс называют растриванием. Главная задача растривания это получение таких значений относительной запечатываемой площади бинарного (двухуровневого) изображения, которые позволяют воспринимать его как полутонное (многоуровневое). Растривание необходимо, так как большинство способов печати работает по бинарному принципу и имеет две возможности: наносить или не наносить равномерный по толщине слой краски. На рис. 2 и 3 представлены примеры различного расположения и формы растровых точек.

Печать с применением печатных форм (исключая глубокую печать с переменной глубиной ячеек печатной формы) переносит с печатающих формных элементов слой краски одинаковой толщины (это обеспечивается соответствующими свойствами форм и характеристиками печатных секций машин). На поверхности запечатываемого материала печатающие элементы различаются лишь площадью и формой, благодаря чему и воспроизводятся различные тоновые градации. Ощущение непрерывного изменения тоновых градаций у наблюдателя достигается тогда, когда человеческий глаз не в состоянии различить отдельные элементы растровой структуры изображения. Этот феномен проявляется, когда, например, растр имеет частоту 60

лин/см (удаленность точек 0,16 мм), а расстояние от поверхности изображения до глаза наблюдателя составляет около 30 см.



а)

б)

Рис. 2. Примеры растровых структур и форм растровых точек:
а – периодический растр (амплитудно-модулированный);
б – непериодический растр (частотно-модулированный)



а



б

Рис. 3. Изображения, полученные с применением различных растровых структур: а – периодический растр (амплитудно-модулированный);
б – непериодический растр (частотно-модулированный)

В глубокой печати с переменной глубиной ячеек тоновые градации соответствуют количественной дозировке краски по толщине ее слоя при постоянном размере печатающих элементов (растровых точек). Однако они в принципе могут различаться в зависимости от передаваемых тоновых градаций не только глубиной ячеек на форме, но и по их размерам.

Все способы печати с применением печатных форм имеют общее свойство: информация воспроизводится поверхностью, покрытой краской. Перенос краски происходит в контактной зоне (nip-зоне участвующих в процессе печати поверхностей). При этом должно достигаться достаточное для данного способа печати давление между печатной формой и запечатываемым материалом или промежуточным носителем. Когда слой печатной краски, находящийся на печатной форме или промежуточном носителе, соприкасается с запечатываемым материалом, он расщепляется.

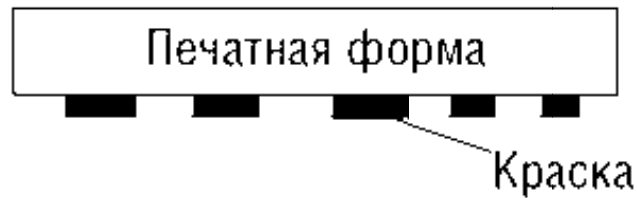
Во всех способах печати многокрасочные оттиски получают последовательным наложением красок разных цветов с соответствующих печатных форм цветоделенных изображений. На допечатном этапе изготавливаются печатные формы для триадных красок голубого, пурпурного, желтого и черного цветов. В одной печатной машине с четырьмя печатными секциями они наносятся одна за другой за один прогон листа. В результате получают многокрасочный оттиск, соответствующий оригиналу.

В зависимости от используемой печатной формы способы печати подразделяются на четыре основных.

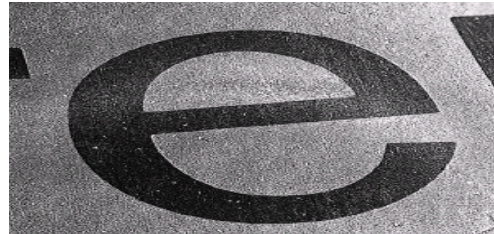
Плоская печать. Печатающие и пробельные элементы располагаются в одной плоскости, но соответствуют различным материалам (например, алюминий и полимерное покрытие) с отличающимися химико-физическими поверхностными свойствами. В процессе печати не подлежащие запечатыванию участки вначале обычно увлажняются для того, чтобы потом отталкивать краску. Затем на печатную форму накатывается краска и она «налипает» только на печатающие элементы (рис. 4).

Главной разновидностью плоской печати является офсетная печать, являющаяся в настоящее время доминирующим способом печати.

Офсетная печать – не прямой способ печати, т.е. краска сначала переносится на промежуточный носитель (резиновое полотно), а оттуда – на запечатываемый материал.



а)



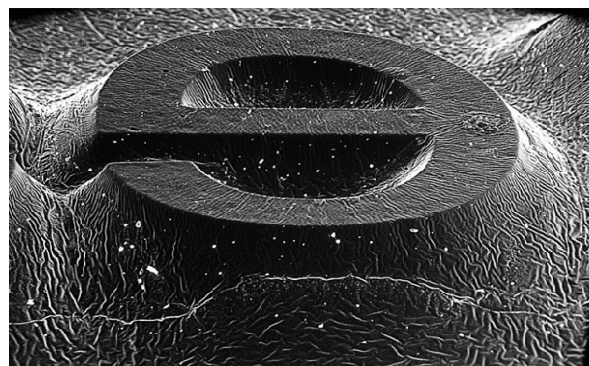
б)

Рис. 4. Печатная форма плоской печати: а – схема; б – увеличенное изображение

Высокая печать. В этом способе печати верхние участки печатающих элементов (буквы, линии, растровые точки и т.д.) выступают над поверхностью формы и расположены в одной плоскости (рис.5). Когда печатная форма покрывается краской, краска сцепляется с выступающими (печатающими) элементами и затем под давлением переносится на запечатываемый материал.



а)



б)

Рис. 5. Печатная форма высокой печати: а – схема; б – увеличенное изображение

В типографской книжной печати используется жесткая печатная форма (из металлического сплава), во флексографской печати – мягкая, эластичная печатная форма.

Нанесение краски путем расщепления слоя и переноса части ее на запечатываемый материал или промежуточный носитель в основном зависит от следующих параметров:

- толщина красочного слоя на печатной форме (подача краски);
- время контакта (скорость печати и геометрические параметры печатного цилиндра);
- удельное давление печати;
- реологические свойства печатной краски;
- температурные условия (влияние температуры на реологические свойства печатной краски);
- поверхностные свойства запечатываемого материала и печатной формы или промежуточного носителя (смачиваемость, впитывающая способность, шероховатость и т.д.).

Толщина красочного слоя на запечатываемом материале определяется дальнейшим закреплением краски на нем. Процесс переноса краски с печатной формы на запечатываемый материал изображен на рис. 6.

С увеличением скорости печати на впитывающих и невпитывающих запечатываемых материалах количество переносимой краски уменьшается. Время контакта становится меньше. При непрямой печати нанесение краски происходит в два этапа: красочный слой, находящийся на печатной форме, соприкасается с резинотканевым полотном, при этом часть красочного слоя переходит на него. После этого происходит перенос краски на запечатываемый материал.

Процесс расщепления краски осложнен многими неисследованными явлениями.

Технология высокой печати используется в следующих печатных системах:

- типографская печать;
- флексографская печать;
- типоофсетная печать, или высокий офсет.

Типографская печать – это старейший способ высокой печати. Гениальное изобретение Гутенберга в середине XV века, заключающееся в изготовлении и использовании отдельных подвижных литер для набора, сделало возможным экономичное и быстрое размножение рукописей и производство книг.

В типографской печати применяются разные схемы печатного контакта:

- плоскость – плоскость – печать на тигельных машинах;
- плоскость – цилиндр – печать на плоскочечатных машинах (историческое название – скоропечатная машина);
- цилиндр – цилиндр – печать на ротационных машинах, или ротационная печать.

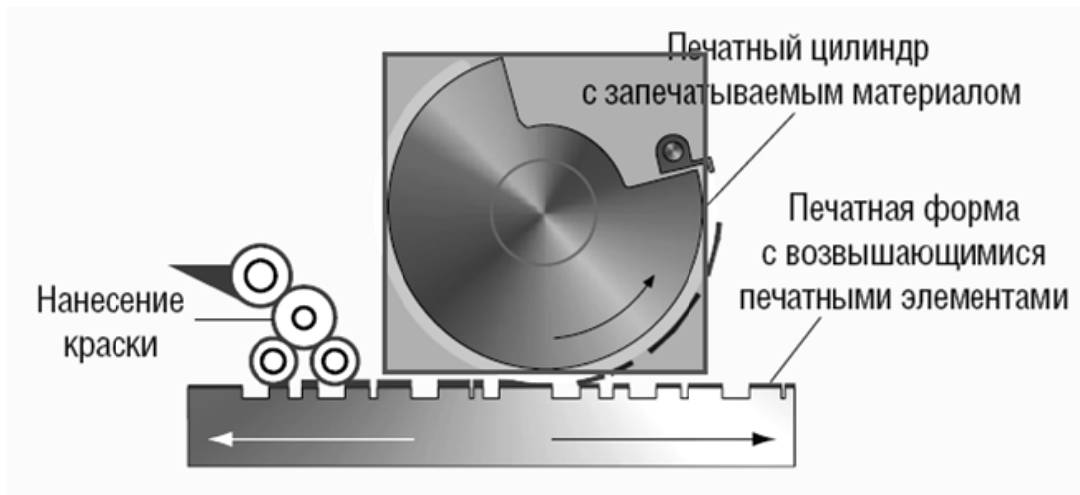


Рис. 6. Высокая печать (принцип)

В последние десятилетия типографская печать все больше теряет свое значение, прежде всего из-за трудоемкости способов изготовления печатных форм.

Качественная печать листовой продукции больших форматов достижима только на плоскочечатных машинах. Типичным для типографской печати является множество используемых печатных форм или частей печатных форм: линотипный набор, ручной набор, пластины и стереотипы. Они могут быть изготовлены из различных материалов: сплава гарта, цинка, меди и фотополимеризующихся синтетических материалов. Для изготовления высокохудожественной малотиражной продукции используют формы из дерева и линолеума.

Для печати иллюстраций и графики в типографской печати применяют различные пластины:

- изготовленные вручную печатные формы (например, деревянные клише) имеют и сегодня определенное значение при художественных работах с оригинальной графикой;
- металлические клише, получаемые травлением при использовании фотомеханики, а также электронным гравированием;

- фотополимерные клише, получаемые путем фотополимеризации и вымывания слоя, имеют наибольшее применение. На место ранее применяемых исключительно металлических клише (в особенности цинковых) приходят фотополимерные клише.

Фотополимерную форму можно быстро и легко изготовить. В настоящее время предлагается широкий ассортимент фотополимеризующихся платин с разнообразными свойствами, глубиной вымывания и материалами подложки, предназначенными для различных способов обработки.

Оттиск, изготовленный способом высокой печати, можно определить по скоплению краски по краям печатающих элементов.

Флексографская печать – это единственный способ высокой печати, применение которого расширяется преимущественно в упаковочной, этикеточной и газетной печати (рис.7). Главная отличительная черта флексографской печати – использование гибких, по сравнению с типографской печатью, относительно мягких печатных форм, которые позволили изменить процесс подачи краски.

При помощи эластичных (мягких) печатных форм и специально подобранных печатных красок (низкой вязкости) можно получать большую палитру цветов на впитывающих и невпитывающих материалах.

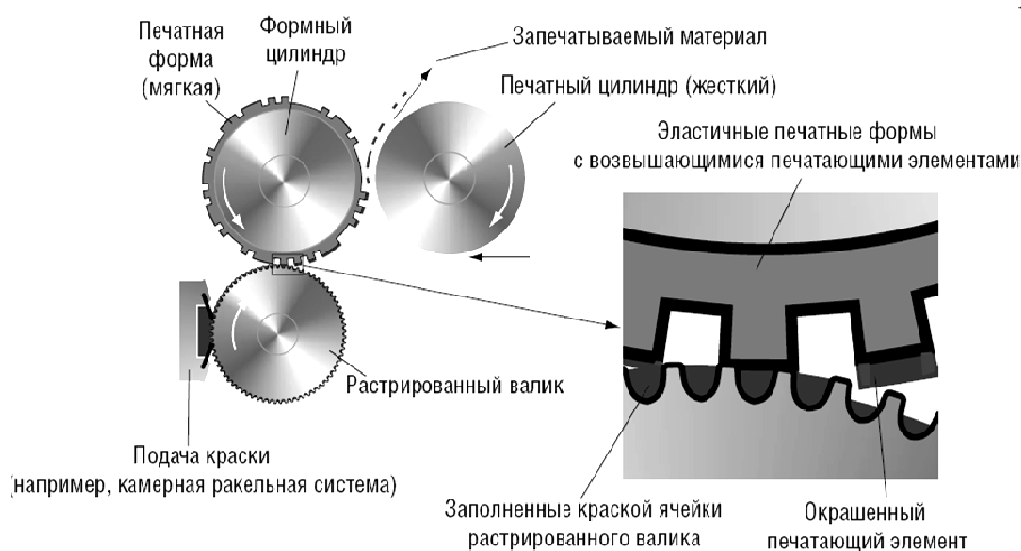


Рис. 7. Печатный аппарат машины флексографской печати (принцип ротационной высокой печати)

В типоофсете изображение с формы передается на бумагу через промежуточный носитель – обтянутый резиноканевым полотном ци-

линдр, что представляет собой высокую непрямую печать. По аналогии с офсетной печатью можно назвать ее и непрямым способом плоской печати, а также рассматривать как офсетную высокую печать.

Печатная продукция

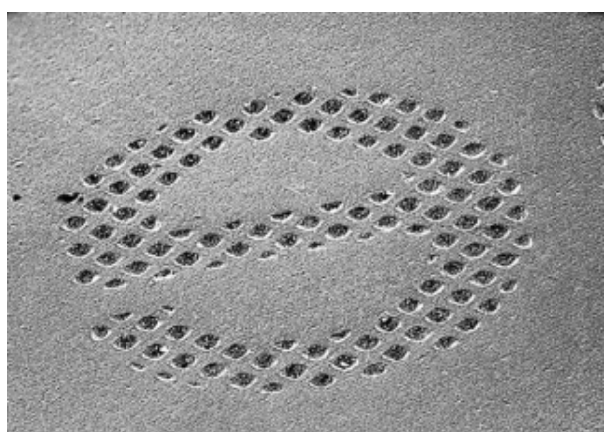
Типичная продукция высокой печати:

- малоформатная акцидентная продукция;
- визитные карточки;
- бланочная или формулярная печать;
- упаковка (флексографская печать);
- этикетки (флексографская и типографская печать);
- сумки с ручками и пакеты (флексографская печать).

Глубокая печать. Здесь печатающие элементы на формном материале, наоборот, углублены (рис. 8). Печатная форма покрывается жидкой, низковязкой краской, избыток которой затем удаляется таким образом, чтобы остались заполненными краской только углубления в форме. Когда к форме прижимают запечатываемый материал, он «забирает» краску из углублений.



а)



б)

Рис. 8. Печатная форма глубокой печати: а – схема; б – увеличенное изображение

Основными разновидностями глубокой печати являются ротационная глубокая печать, а также встречающаяся в области искусства печать с гравюр на меди и стали. Кроме того, этот способ используется при печати ценных бумаг.

Пробельные элементы на форме расположены в одной постоянной плоскости. На всю печатную форму (пробельные и печатающие элементы) при печати наносится краска, т.е. форма заливается ею. Перед печатью соответствующее средство (ткань или бумага для снятия краски или ракель) обеспечивает удаление печатной краски с пробельных элементов.

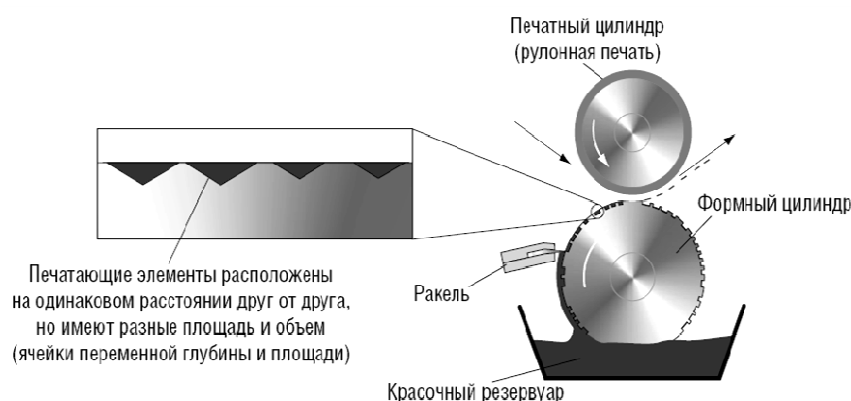


Рис. 9. Глубокая печать (принцип)

Таким образом, она остается только в углублениях. Высокое давление и силы адгезии обеспечивают перенос краски из углублений на запечатываемый материал. При этом только часть краски переносится на него. Вследствие расщепления слоя краски полного опорожнения ячеек не происходит. На перенос краски оказывают влияние:

- условия смачиваемости запечатываемого материала;
- поверхностные свойства применяемых материалов;
- свойства бумаги;
- вязкость краски;
- давление;
- скорость печати;
- форма и объем ячеек.

Формы глубокой печати, как правило, цилиндрические. Предприятие с частыми повторяющимися заказами вынуждено хранить большое количество этих цилиндров. Формные цилиндры глубокой печати обычно имеют значительный вес и требуют специальных транспортной и обслуживающей систем.

Глубокая печать с переменной площадью ячеек (автотипная) сегодня не находит применения.

Традиционная глубокая печать (изменяется только глубина ячеек) также все больше теряет свое значение, так как изготовление печатных форм основывается на сложных, не поддающихся стандартизации процессах копирования и травления.

По этой причине на практике добилась признания глубокая печать с переменными глубиной и площадью ячеек, которая в промышленном применении основана на электронно-механическом гравировании (с помощью резца) (рис.9). При этом следует отметить, что только глубокая печать с переменной глубиной и площадью ячеек позволяет достичь высокого качества продукции.

Очень высокие расходы на изготовление печатных форм приводят к тому, что глубокая печать экономически выгодна только при печати массовых тиражей (более 500 тыс. экземпляров).

В глубокой многокрасочной печати после каждой печатной секции оттиск необходимо сушить (зона сушки). В отличие от офсета в глубокой печати краски не позволяют осуществлять печать «сырое по сырому».

1.3. Способы печати без применения печатных форм

В каждом из этих способов печати наряду с печатной формой требуется также плоскость, которая прижимает к печатной форме подложку, чтобы перенести на нее краску. Печатный пресс Гутенберга представлял собой переделанный винный пресс, работающий по принципу «плоскость к плоскости», т.е. когда печатная форма и прижимающая плоскость располагались параллельно. Средне- и крупноформатные машины типографской печати XIX и XX веков работали по принципу «плоскость к цилиндру», т.е. с плоской печатной формой и цилиндром, который «катится» по печатной форме. Доминирующие в настоящее время способы печати – офсетная, глубокая и флексографская – работают исключительно по принципу «цилиндр к цилиндру» для того, чтобы обеспечить запечатывание листа или полотна в печатной секции. Лишь так возможно добиться обеспечиваемой в настоящее время производительности машин, составляющей от 5000 до 100000 оттисков в час. Многокрасочные печатные машины, у которых несколько печатных секций, располагаются последовательно одна за другой, сконструированы по принципу «цилиндр к цилиндру».

С середины XX века были разработаны другие способы печати, называемые «бесконтактными» (NIP Non-Impact-Printing). В этих технологиях печатная форма возобновляется для каждого оттиска (как в электрофотографии). Краска так же может напрямую наноситься на подложку (без формы или другого промежуточного носителя), как в устройствах струйно-капельного типа. При этом может печататься страница за страницей. Однако при этом появляются ограничения в отношении качества и производительности.

Некоторое время бесконтактные способы по качеству и скорости печати, а также из-за высокой стоимости оттиска не могли конкурировать с традиционными способами. В последние годы в связи с новыми разработками особенно продвинулся электрофотографический способ печати. Сегодня он является альтернативой традиционным способам в отдельных секторах рынка печатной продукции. Это особенно касается печатных работ с переменной информацией (например, для почтовых отправлений) и малотиражных работ.

Термин «бесконтактная печать» появился как противоположный способу вывода информации на бумагу на матричных печатающих устройствах. Информация в этом случае обрабатывалась электронным способом и затем при помощи красящей ленты переносилась на запечатываемый материал ударным контактным способом. Подобные контактные системы сменились электрофотографическим способом печати, в котором изображение формируется на промежуточном носителе - барабане, покрытом слоем фотополупроводника (фоторецептора). На записанное там скрытое (невидимое) изображение наносится тонер и затем оно переносится на бумагу. Таким образом, при печати происходит передача информации с носителя на бумагу. Информация переносится безударно с низким давлением, а поэтому печать называется бесконтактной.

Имеется множество физических эффектов, которые используются при реализации бесконтактных способов печати. Основные их виды: электрофотография и струйная печать, а также ионография, магнитография, термография и фотография. Специалисты постоянно изучают различные физические эффекты, которые могли бы привести к появлению способов бесконтактной печати.

Электрофотография. Процесс электрофотографической печати осуществляется в пять этапов:

1. Формирование скрытого изображения.
2. Нанесение тонера.

3. Перенос тонера (печать).
4. Закрепление тонера.
5. Очистка.

Из описания процессов становится ясно, что электрофотография работает без традиционной в полиграфии печатной формы с печатными элементами.

Скрытое электростатическое изображение формируется на фотополупроводниковом слое каждый раз, когда необходимо получить оттиск с оригинала.

Если электрофотографическим способом необходимо произвести печать тиражом более ста одинаковых экземпляров, то, в отличие от печати с печатной формой, нужно для каждого оттиска заново воспроизводить одно и то же изображение, используя свойство фотополупроводниковых материалов изменять свой поверхностный заряд. Это может привести к изменению печатного изображения, с одной стороны, из-за отклонений его параметров при формировании на материале и, с другой стороны, из-за нарушения параметров процесса при нанесении тонера на фоторецептор и впоследствии на бумагу. Поэтому при использовании бесконтактных способов печати можно получить большие искажения в воспроизведении оригинала по сравнению со способами печати с печатной формой.

Однако преимущество этой технологии заключается в том, что в процессе печати можно получать один за другим абсолютно разные оттиски. Отпадает необходимость изготавливать для каждой новой полосы традиционную печатную форму. Самые маленькие тиражи (до одного экземпляра) при этом будут экономически выгодны – печать по требованию.

Электрофотографическая печатная система для многокрасочной печати отвечает секционному принципу, который реализуется, например, в листовых офсетных машинах.

Скорость печати в бесконтактных устройствах значительно отличается, например, от скорости листовой офсетной машины. Система (относительно скоростная благодаря секционному построению) может печатать 1200 страниц формата А3 в час, в то время как листовая офсетная машина обычно производит от 10 до 15 тысяч оттисков за то же время. Разница в производительности связана с применяемой технологией воспроизведения изображения для печати – для каждого оттиска оно должно быть всегда заново сформировано, даже когда выполняются тиражные работы.

Скорость печати определяется как выбором технического и программного обеспечения, так и физическими процессами, способом построения систем нанесения тонера и подачи бумаги.

Качество печати, получаемое электрофотографическими способами на базе имеющихся в распоряжении технологических компонентов, может достигать высокого уровня, но все-таки оно значительно ниже, чем при способах печати с применением традиционных форм. Качественные показатели бесконтактных способов печати различаются в зависимости от разрешения (число уровней пикселей – на единицу длины), количества уровней градаций, связанных с используемой технологией нанесения тонера.

Кроме того, на качество печати влияют характеристики тонера, размер его частиц, геометрическая форма, химическое или физическое строение.

Струйный способ бесконтактной печати не требует промежуточного носителя информации об изображении оригинала, как это необходимо в электрофотографии при использовании фоторецептора. Этот способ позволяет наносить краску непосредственно на бумагу. Струйную печать можно разделить на непрерывную струйную печать и собственно капельно-струйную печать. Процессы предполагают в основном использование жидких печатных красок. Однако в последнее время начинают применяться и так называемые термокраски, которые при нагревании переходят из твердого в жидкое состояние.

Они подаются на печатный лист и отверждаются при снижении температуры. Заряженные капли движутся в электростатическом поле, которое отклоняет их поток устройством, аналогичным по конструкции используемому в электронно-лучевых трубках. Управляя напряженностью поля, в соответствии с данными, характеризующими изображение, обеспечивается их попадание или непопадание на бумагу.

В целом скорость печатных систем, основанных на способе струйной печати, мала по сравнению со способами печати с традиционной печатной формой. Они работают с меньшей производительностью, в особенности, когда изображение наносится отдельными соплами.

В струйной печати, имеющей относительно низкое разрешение (от 300 до 600 dpi), можно, как упоминалось ранее, получить больше градаций, осаждая на подложку несколько капель. При большей частоте их генерации возможно получить до 30 уровней.

В системах струйной печати большой производительности на ширину выводимой страницы применяют сопловые линейки.

Печатные системы на основе бесконтактных способов печати – могут быть получены печатные системы разной архитектуры, которые позволяют производить в линии весь спектр печатной продукции. Возможна немедленная его дальнейшая отделка (например, подборка, скрепление, фальцовка) в линии без промежуточного хранения. Такая печатная система производит полностью готовые брошюры поэкземплярно. Процесс управляется цифровым способом.

1.4. Листовая и рулонная печать

Печатные машины изготавливаются как для листовой, так и рулонной печати. Листовые печатные машины состоят из самонаклада, одной или нескольких печатных секций и листовыводного устройства. В самонакладе листы берутся из стопы, выравниваются и передаются в первую печатную секцию. Они проводятся через все секции с помощью системы захватов. На выводном устройстве запечатанные листы укладываются в стапель.

Рулонные печатные машины сконструированы таким образом, что бумага, смотанная в рулон, подается на одну или несколько печатных секций, а после печати – непосредственно на дальнейшую обработку или снова наматывается в рулон.

Для высококачественных печатных изданий машины рулонной печати оснащены сушильными устройствами, чтобы предотвратить отмарывание краски при дальнейшей обработке. При этом в офсетной печати используются краски, сохнувшие при нагреве («Heatset»).

Газетная печать осуществляется в большинстве случаев красками, сохнувшими без нагрева («Coldset»), не требующими специальных сушильных устройств, но обеспечивающими менее высокое качество. Глубокая и флексографская (высокая) печать требуют сушильных устройств после каждой печатной секции (т.е. после запечатывания каждой отдельной краской).

Офсетные машины и машины бесконтактной печати могут быть как рулонными, так и листовыми, в то время как машины глубокой и флексографской печати конструируются почти исключительно в виде рулонных машин. Машины рулонного типа развивают существенно более высокие скорости печати, чем листовые, и имеют преимущества в простоте стыковки с отделочными устройствами. Рулонные машины

обычно предназначены для выпуска определенного типа печатной продукции, например, газет, журналов, упаковки и бесконечных формуляров. Листовые машины имеют преимущество более быстрой заправки, меньших бумажных отходов в начале печати. В них можно легко менять формат и запечатываемый материал. На листовых машинах можно печатать почти все виды работ. Они используются там, где требуется высокое качество и гибкость.

Традиционные печатные машины за последние десятилетия были в основном автоматизированы.

В настоящее время почти все машины предлагаются в комплекте с дистанционным пультом управления, посредством которого осуществляется доступ к большинству функций машины. Операции, которые раньше выполнялись только вручную, такие, как перенастройка формата, смена печатной формы, корректировка приводки и смывка валиков, теперь могут быть выполнены нажатием кнопки без участия человека. Цифровой интерфейс допечатного процесса позволяет установить подачу краски для конкретной печатной формы.

Некоторые изготовители предлагают офсетные машины уже со встроенными системами «Компьютер – печатная форма», т.е. прямой записью изображений непосредственно в машине (DI – Direct Imaging). Машины бесконтактной печати (Non-Impact) в силу своей концепции уже высокоавтоматизированы и практически полностью управляются компьютером.

В целом автоматизация печатных машин за последние двадцать лет привела к значительному увеличению их производительности и повышению качества печатной продукции, причем, при снижении затрат, а также улучшении рабочих мест в экономическом плане.

1.5. Управление печатными процессами

В настоящее время, как и в других отраслях, все большее значение для полиграфии приобретает компьютеризация и автоматизация.

Производство печатной продукции подразделяется в основном на несколько этапов: допечатные процессы, собственно печатный процесс и послепечатная обработка. Производственные этапы связаны друг с другом посредством потока обрабатываемых материалов, таких как формные пластины между допечатными процессами и собственно печатью, бумажным полотном между печатью и послепечатной обработкой. В последнее время возрастает значение потока цифровой ин-

формации как «рабочего потока», используемого в процессе изготовления печатных изданий, а также как потока, способствующего организации производства и управления им.

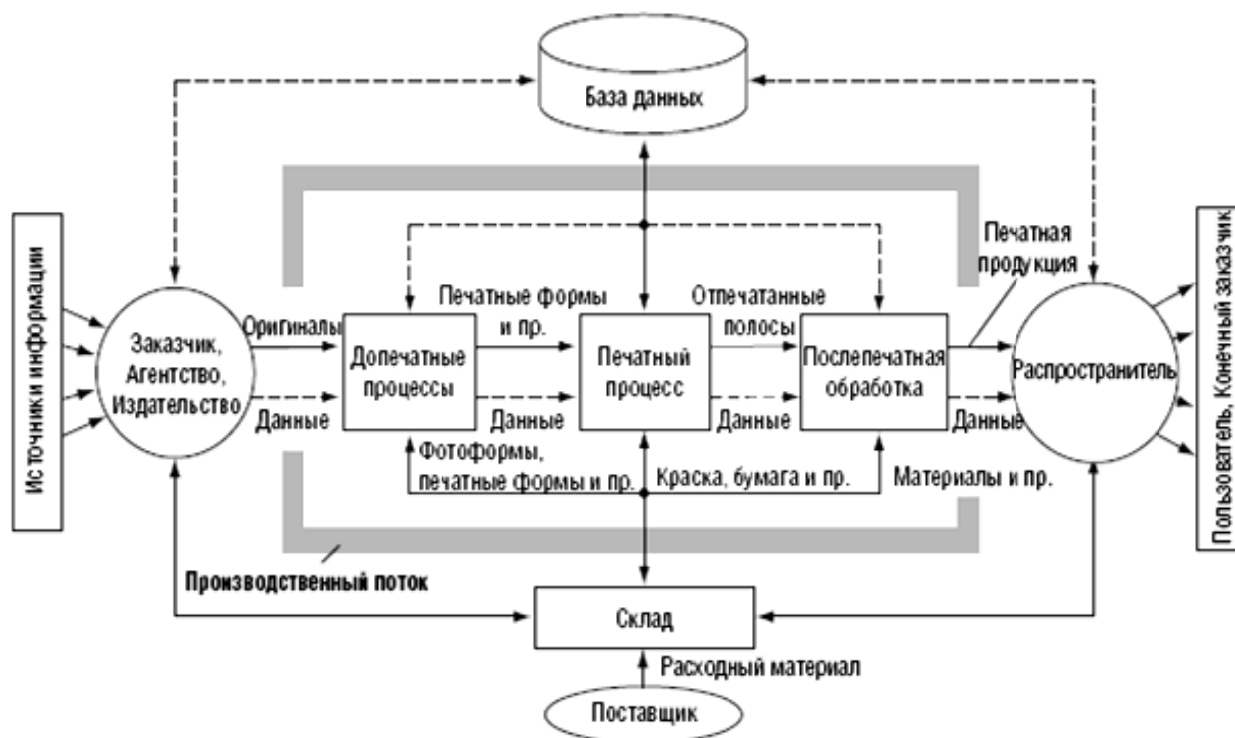


Рис. 10. Производственный поток, а также потоки материалов и данных для производства печатной продукции

Для оптимизации исполнения отдельных производственных процессов и работы оборудования (с целью получения продукции высокого качества и экономичности) обязательно требуется оперативная и достоверная цифровая информация в виде базы данных.

На рис. 10 показано, что содержание печатной продукции поступает в виде аналогового оригинала, а также информации, поставляемой в форме цифровых данных. Согласно этой же схеме печатная продукция по системе распространения доставляется конечному потребителю или пользователю. Организация производства и сбыт продукции также поддерживаются наличием цифровых данных для управления и корректировки технологического процесса.

Производственная цепочка (допечатная подготовка – собственно печать – послепечатная обработка продукции) связана посредством логистики с хранением необходимых для производства материалов, полуфабрикатов и с конечной продукцией, изготовленной в результате выполнения заказов. Связь и поддержка этапов производства печатной

продукции с системой архивирования данных все больше и больше зависят от используемых для этих целей техники и выбранной системы управления производством.

В последние годы на допечатной ступени произошло значительное наполнение производства компьютерами и автоматизированными системами. Слияние допечатных процессов и печати, а также автоматизация в печати и интеграция соответствующих рабочих процессов достигли определенного уровня.

Содержание и потребительские свойства печатной продукции, безусловно, задают ее качество. Но на самом деле качество определяется выбранной технологией и способом изготовления печатного оттиска. Однако, прежде всего, оно зависит от концепции печатного средства информации (текстовой части, графики и иллюстраций), т.е. от верстки, набора и графического дизайна.

Прежде чем начать собственно производственный процесс – экономичное и качественное размножение информации посредством печати, необходимо определить основные параметры оформления продукции.

Планирование производства при изготовлении печатной продукции осуществляют по принципу «против течения», т.е. от послепечатной обработки продукции к печати и далее к допечатной ступени.

Производственный процесс планируется по следующим этапам:

- Послепечатная обработка.
- Печать. Технологический процесс в печати.
- Допечатная ступень. Полосы спускаются по схеме для шитья корешка и монтируются цифровым способом по страниц на лист с учетом трехсторонней подрезки. Для послепечатной обработки добавляются метки для фальцовки и обрезки, для печати – приводочные кресты и шкалы контроля печати.

Экспонирование форм производится с учетом индивидуальных характеристик растискивания обеих используемых печатных машин. На основе требований к качеству, предъявляемых заказчиком, печать выполняется на мелованной бумаге, линиятура растра – 72 линии на см. Формные пластины выбираются в соответствии с размером, необходимым для печатной машины.

Планирование «против течения» ставит условие, что заказ может обрабатываться на допечатной ступени только тогда, когда уже

определен технологический процесс для используемого оборудования с учетом его данных. В массиве данных для экспонирования форм задается вся информация, которая может потребоваться в печати и при дальнейшей обработке.

Эти данные необходимы для автоматического управления или предварительной наладки машины.

Дополнительная информация для автоматизированного управления может быть получена из данных компьютерной подготовки заказа. Для рассматриваемого случая из массива данных для экспонирования форм можно взять следующую информацию, касающуюся продукта:

- для печати – формат бумаги, количество листовых сигнатур для печати оттисков с оборотом, количество и вид красок, профиль краски (зональная подача краски на печатном листе). Из области подготовки к выполнению заказа добавляется – загрузка машины, размер тиража, сверхкомплект, вид материала;

- для послепечатной обработки – формат бумаги, количество листовых сигнатур, схема фальцовки, вид переплета, подрезка.

- дополнительные данные – загрузка машины, размер тиража, сверхкомплект, вид материала, вид упаковки, пересылка. Таким образом ускоряется прохождение и исполнение заказа.

Издатели и полиграфисты ведут большую работу по увеличению выпуска изданий, повышению их красочности и улучшению качества. Ведется постоянное техническое перевооружение полиграфических предприятий с целью повышения экономической эффективности производства.

Совершенствование формных и печатных процессов офсетной печати, улучшение свойств краски и бумаги позволили значительно повысить скорости печатания и расширить применение многокрасочных печатных машин. Высокопроизводительные офсетные машины дают возможность получать газетную, книжно-журнальную и изобразительную продукцию в сложном художественно-техническом оформлении высокого качества. Применение таких машин расширило область использования офсетной (плоской) печати. Стало возможным печатание на различной бумаге, в том числе шероховатой, на ткани, картоне. Существуют специальные машины, предназначенные для печатания на непитающихся материалах (металл, пластмассы и др.).

Печатное оборудование принято разделять на машины: малого, среднего и большого формата; одно- и многокрасочные, отличающиеся по количеству красок, печатаемых за один прогон; с одно- или двусторонней печатью; листовые и рулонные.

На современных печатных машинах практически все операции механизированы и автоматизированы. Повышение производительности печатных машин идет за счет увеличения скорости печатания и агрегирования секций, т. е. соединения нескольких печатных секций для увеличения красочности или для двустороннего печатания. Стремление повысить надежность процесса и обеспечить идентичность качества оттисков на протяжении печатания тиража предопределило современную тенденцию оснащения печатных машин средствами автоматического контроля и регулирования печатных процессов.

Проводимые исследования в области теории печатных процессов позволяют сознательно управлять технологическим процессом, совершенствовать его, улучшать качество продукции. Научные основы процессов печатания разработаны советскими учеными П.А. Ребиндером, Л.А. Козаровицким, П.А. Попрядухиным, В.С. Лапатухиным, А.Н. Брюниным, К.В. Тиром, С.Ф. Зоткиным, А.А. Тюриным и др. Большая работа проводится во ВНИИ полиграфии в Москве, ВНИИ полиграфического машиностроения, а также в Московском и Украинском полиграфических институтах. Глубокие исследования ведутся в области совершенствования основных технологических материалов, используемых в печатном процессе (бумага, краски, резинотканевые пластины и др.).

Изучение теории печатных процессов направлено на определение условий передачи краски с печатной формы на эластичную поверхность и затем на бумагу или другой материал, а также закрепления краски на оттиске и вопросов объективной оценки качества оттисков.

2 ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ОТТИСКОВ

2.1. Смачивание, прилипание и впитывание печатной краски

Основой печатного процесса является взаимодействие бумаги с краской. Этот процесс взаимодействия можно разделить на два разновеликих периода. Первый – в момент печатного контакта – очень кратковременный и длится сотые, и даже тысячные доли секунды. Вторым начинается с момента выхода оттиска из зоны контакта и заканчивается при полном закреплении краски на оттиске. Поэтому второй период может длиться несколько минут, часов и даже суток. Сам процесс печатания происходит в первый период.

Для реализации печатного процесса (получения оттисков) в общем случае необходимы следующие условия:

1. Краска (равно как и увлажняющий раствор в плоской офсетной печати) должна смачивать поверхности красочного и печатного аппаратов, валики, цилиндры, офсетное полотно, печатную форму и т.д., а также прилипать к ним, т.е. проявлять свойство адгезии. Таким образом, явление адгезии в отличие от смачивания носит (имеет) вязкостный или даже структурный характер для тел, которые склонны к структурированию в объеме (печатные краски, глины, пластичные смазки и т.п.). Прилипают, в общем случае, высоковязкие тела, слабо изменяющие свою форму под действием силы тяжести.

2. Красочный слой (как и слой увлажняющей жидкости) при его движении в красочном (и печатном) аппарате должен делиться (расщепляться) между поверхностями (явление когезии), в том числе между формой (офсетным полотном) и запечатываемой поверхностью (бумагой).

3. Печатная краска должна проявлять поверхностные, в том числе капиллярные свойства в процессе закрепления (впитывания).

Таким образом, оптимальное проведение печатного процесса невозможно без управления смачиванием, адгезией и когезией, т.е. без соблюдения адгезионно-когезионного баланса в печатном процессе.

Адгезия — сцепление поверхностей разнородных твёрдых и/или жидких тел. Адгезия обусловлена межмолекулярным взаимодействием в поверхностном слое и характеризуется удельной работой, необходимой для разделения поверхностей.

Когезия – сцепление внутри однородного материала, в таких случаях при приложении разрывающего усилия происходит когезионный разрыв, т. е. разрыв в объёме менее прочного из соприкасающихся материалов.

Смачивание – это явление, возникающее между молекулами веществ, различных по своей природе, но находящихся в контакте, при этом, если молекулы жидкости (краски) взаимодействуют с молекулами твёрдого тела сильнее, чем между собой, то жидкость будет растекаться по поверхности, т. е. смачивать ее.

Началом и основой взаимодействия бумаги с краской в момент их взаимного контакта является проявление сил смачивания и прилипания (адгезии). Краска переходит на другую поверхность за счёт сил смачивания, а удерживается на ней за счёт сил прилипания. Жидкость смачивает поверхность твёрдого тела только тогда, когда адгезия больше когезии. Избыточное предельное смачивание может привести к растеканию жидкости по поверхности твёрдого тела до мономолекулярного слоя. Наоборот, когда когезия больше адгезии, жидкость соберётся в капли. Соотношение интенсивностей реального взаимодействия молекул жидкости между собой и молекул жидкости с молекулами твёрдого тела практически таково, что капля жидкости, нанесённая на поверхность твёрдого тела, растекается по ней не полностью, принимая форму полусферы (рис. 11).

Смачивание жидкостью твёрдого тела можно объяснить как результат действия сил поверхностного натяжения на границе каждой пары из трех взаимодействующих фаз: 1 – твёрдое тело, 2 – жидкость, 3 – газ (рис. 11).

На границе раздела твёрдое тело – газ действует сила вдоль поверхности раздела $\sigma_{1,3}$. Эта сила стремится растянуть каплю вдоль указанной границы раздела. Сила, действующая на границе раздела твёрдое тело – жидкость $\sigma_{1,2}$, стремится стянуть ее. Сила, действующая на границе раздела жидкость – газ, а $\sigma_{2,3}$, направлена по касательной к поверхности капли. Эта касательная образует с поверхностью твёрдого тела в точке соприкосновения трех фаз краевой угол смачивания – θ , условно измеряемый в сторону жидкости.

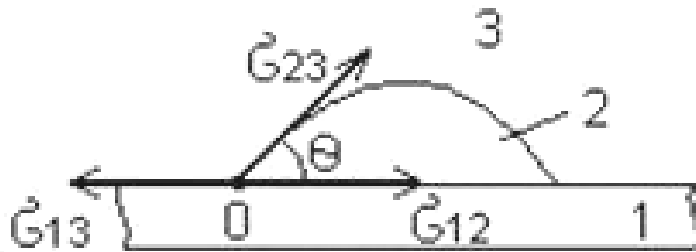


Рис. 11. Взаимодействие в трехфазной системе при смачивании:
 1 – твёрдое тело (бумага); 2 – жидкость (краска); 3 – воздушная среда;
 Θ – краевой угол смачивания

Величина краевого угла является количественной оценкой смачивания и служит мерой смачивания (рис. 12).

Условием равновесия этой системы является равновесие межфазных поверхностных натяжений (σ).

$$\sigma_{13} = \sigma_{12} + \sigma_{23} \cos \Theta.$$

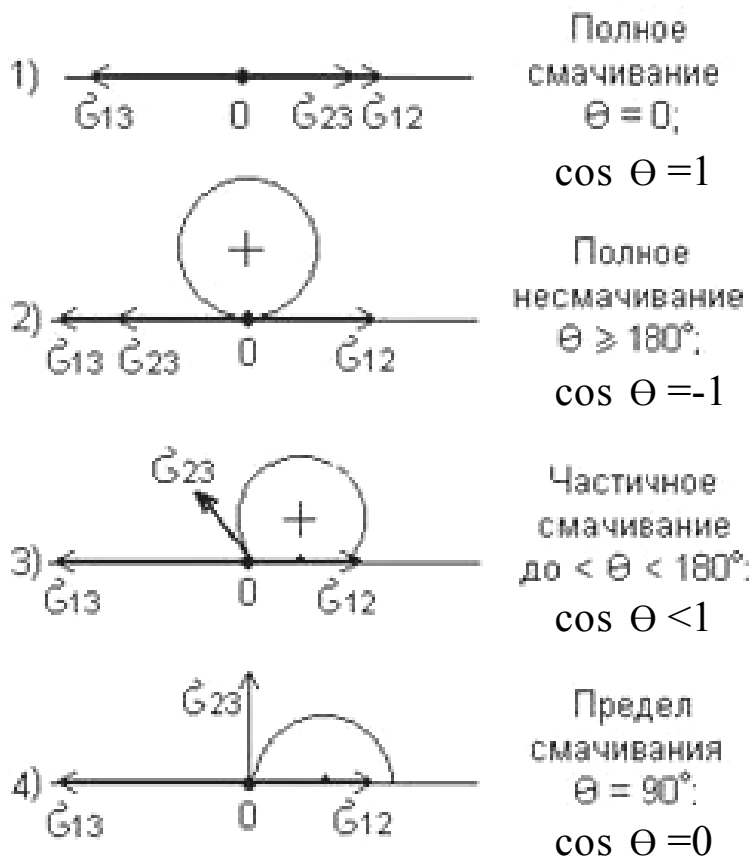


Рис. 12. Варианты смачивания в зависимости от величины краевого угла смачивания (Θ)

Полное смачивание будет происходить при выполнении условия

$$\theta < 90^\circ;$$

$$\cos \theta > 0;$$

$$\cos \theta = (\sigma_{1,3} - \sigma_{1,2})/\sigma_{2,3}.$$

Исходя из этих определений условие смачивания определяется неравенством:

$$\sigma_{1,3} > \sigma_{1,2}.$$

Для любой пары печатных материалов существуют оптимальные условия смачивания, иначе:

чрезмерное смачивание краской формы может привести к недопустимым графическим искажениям печатных элементов;

избыточное смачивание бумаги краской кроме графических искажений может привести к просвечиванию печати с оборотной стороны и даже к пробиванию краски из-за повышения впитываемости;

недостаточное смачивание приводит к неполному накату краски на печатные элементы и к «рябой», пятнистой печати.

Обычно для процесса высокой печати краевой угол смачивания значительно больше 0° ($70 - 75^\circ$), а в плоской офсетной печати с увлажнением ещё больше и может достигать даже 100° . Вызвано это тем, что краска при накате на офсетную форму должна вытеснить с печатных элементов увлажняющий раствор. Для обеспечения такого избирательного смачивания необходимо, чтобы поверхностное натяжение краски на поверхности пробельных элементов было меньше, чем у увлажняющего раствора. Офсетные печатные краски, у которых $\cos \theta$ близок к 0, находятся в положении неустойчивого равновесия, что позволяет обеспечивать избирательное смачивание. По полярности печатные элементы и краска близки друг к другу, что облегчает процесс избирательного смачивания.

Прогнозирование поведения краски обычно осуществляется на основе свойств связующего печатных красок (его полярности). Чем меньше разница полярности связующего и материала печатных элементов, тем лучше смачивание. Но и свойства пигмента могут влиять на смачивающую способность готовой краски.

При подготовке к печати необходимо корректировать смачивание, вводя в краску или в увлажняющий раствор ПАВ (спирты, альдегиды, кетоны, жирные кислоты и др.). Молекулы ПАВ, адсорбируясь

на поверхности соприкосновения двух фаз, снижают межфазное поверхностное натяжение. Активность добавки ПАВ можно оценить с помощью известного уравнения Гиббса.

Прилипание, так же как смачивание, является проявлением сил молекулярного взаимодействия двух тел. По современной адсорбционной теории адгезии прилипание лучше протекает при близкой полярности материалов, что вполне соответствует известному выражению П.А. Ребиндера: «Подобное взаимодействует с подобным». Совершенно невозможно обеспечить прилипание неполярной краски к полярному печатному материалу. Вообще, если нет смачивания, то нет прилипания. И главным является химическое средство материалов.

Сопутствующими факторами, влияющими на процесс прилипания, являются диффузионные силы (растворение), механический фактор (разработанность поверхности печатного материала, наличие пор и т.п.), химическое взаимодействие, электрические явления при разрыве красочного слоя. Следует также упомянуть эффект дальнего действия, из-за которого во взаимодействие вступают целые сообщества молекул, что увеличивает прилипание.

Во многом прилипание зависит от условий контакта:

давления;

скорости печатания;

характеристики поверхности декельного материала;

формного материала и т.д.

За меру адгезии (I) принимают разницу в работе сил адгезии (WA) и сил когезии (WK):

$$I = W_A - W_K,$$

$$\text{где } W_A = \sigma_{12} \cdot (1 + \cos \theta),$$

$$W_K = 2\sigma_{23}.$$

Прилипание, так же как и смачивание, должно быть оптимальным. С одной стороны, обеспечивать достаточный краскоперенос, а с другой стороны, не давать недопустимых искажений печатных элементов на оттиске, не приводить к выщипыванию волокон бумаги, не ухудшать условия закрепления краски на оттиске и т.д.

2.2. Избирательное смачивание

Рассмотрим явление избирательного смачивания на примере избирательного смачивания офсетной печатной формы краской и соответственно увлажняющим раствором.

Смачивающими жидкостями (и соответственно смачиваемыми поверхностями) будем считать такие, у которых смачиваемость будет величиной положительной, т.е.

$$\cos\theta \geq 0^\circ; \theta \leq 90^\circ.$$

Рассмотрим часть печатного узла, состоящую лишь из накатных валиков увлажняющей и красочной системы, формного цилиндра с печатной формой и офсетного цилиндра (рис.13).

При любых конструкциях печатного узла офсетной печатной машины печатная форма вначале контактирует с увлажняющими валиками и лишь потом с красочными. Связано это с более высоким значением поверхностного натяжения увлажняющего раствора на границе с воздухом по сравнению с краской. Печатающие и пробельные элементы формы, находясь, в отличие от форм глубокой печати и высокой печати, практически в одной плоскости, имеют различную полярность. Гидрофилизацию, например, на биметаллической печатной форме медь – никель проводят на участках никеля (пробельные элементы). Используют раствор декстрина с восстановителем – желтой кровяной солью – $K_4[Fe(CN)_6]$. Образующаяся гидрофильная пленка, содержащая комплексные соединения никеля с декстрином $Ni_2[Fe(CN)_6]$, а также поверхностные соединения, хорошо удерживается на поверхности, способна к набуханию за счет поглощения увлажняющего раствора. Гидрофобные же участки (олеофильные печатающие элементы) формируют на меди, обрабатывая ее солями тиоугольной кислоты – ксантогенатами. Ксантогенаты меди имеют ярко выраженный гидрофобный характер.

В последнее время в плоской офсетной печати главным образом используются монометаллические печатные формы. Это связано прежде всего с ростом ассортимента полиграфической продукции при одновременном снижении тиражей изданий.

На участке I (рис. 13) увлажняющий раствор смачивает (образует пленку) как пробельные, так, хотя в меньшей степени, и печатающие элементы. Без подачи краски на всей форме образуется сплошная пленка увлажняющего раствора. В зоне II происходит взаимодействие формы (печатающих и пробельных элементов) с

краской. В результате водный раствор (пленка) вытесняется лишь с печатающих элементов. На офсетный цилиндр (резиновую пластину) переходит как красочная, так и водная пленки. Аналогично, без подачи на форму увлажняющего раствора или при недостаточной его подаче, краской покрываются (смачиваются) как печатающие, так и пробельные элементы.

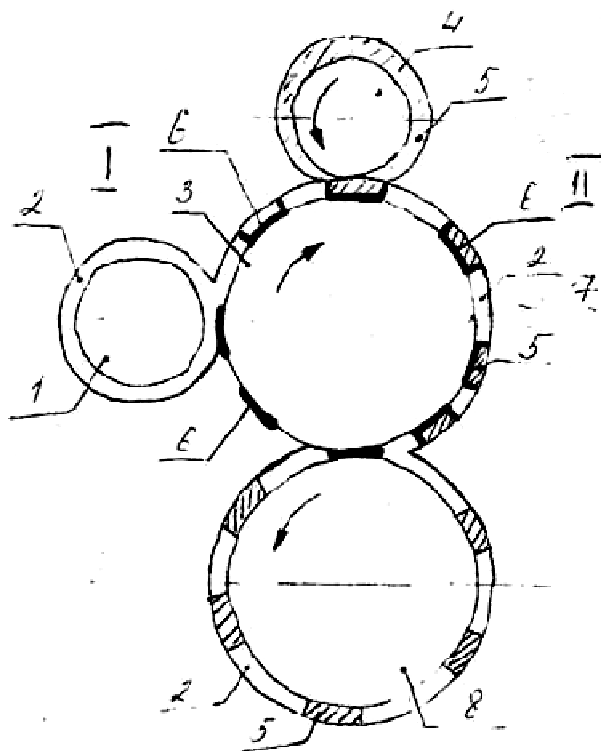


Рис. 13. Схема печатного узла в плоской офсетной печати:
 1 – накатной увлажняющий валик; 2 – увлажняющий раствор;
 3 – формный цилиндр; 4 – накатной красочный валик; 5 – краска;
 6 – печатающий элемент формы; 7 – пробельный элемент формы;
 8 – офсетный цилиндр

При недостатке увлажняющего раствора форма начинает «тенить» и может, в конце концов, полностью покрыться слоем краски. При большом избытке увлажняющего раствора краска перестает ложиться на форму, в том числе и на печатающие элементы. В частности, это может происходить за счет превращения части краски в эмульсию типа «масло – вода». Отсюда следует, что с целью создания условий избирательного смачивания, т.е. вытеснения печатной краской увлажняющего раствора с печатающих элементов, необходимо нахождение баланса подачи в печатный узел печатной краски и увлажняющего раствора, т.е. соблюдение баланса «краска – вода».

2.3. Установление баланса «краска – вода»

При контакте формы с накатными красочными валиками увлажняющий раствор, вытесняемый с печатающих элементов, переходит в красочный слой накатных валиков (рис.13). При этом образуется эмульсия «краска-вода». Поскольку этот процесс повторяется многократно, при постоянном соотношении увлажняющего раствора и краски, очевидно, должна образовываться и эмульсия с постоянным содержанием воды в краске. В результате процесс печатания осуществляется не печатной краской, а ее эмульсией. Отсюда важнейшими условиями подготовки и проведения стабильного печатного процесса должны быть следующие:

- эмульсия в печатном аппарате должна возникать как можно быстрее;

- эмульсия должна иметь постоянный состав и свойства в течение печатания тиража.

Содержание увлажняющего раствора в краске должно быть таким, чтобы соблюдались денситометрические нормы печатания. Иначе говоря, интенсивность оттисков не должна быть ниже устанавливаемой величины для каждого вида продукции и запечатываемого материала.

Содержание увлажняющего раствора в краске может изменяться в очень широких пределах. По данным ряда исследований, эта величина может достигать 60%, что уже свидетельствует о формировании эмульсии «краска – вода». В реальном печатном процессе количество увлажняющего раствора в краске, необходимое для образования стабильной эмульсии, зависит:

- от состава краски;
- состава увлажняющего раствора и реакции его среды (величины pH);
- соотношения печатающих и пробельных элементов на форме и т.д.

Как правило, эта величина лежит в пределах 10-20%. Поскольку от тиража к тиражу могут меняться показатели запечатываемого материала, краски, увлажняющего раствора, а также вид печатной продукции, баланс подачи краски и увлажняющего раствора в печатную машину необходимо устанавливать каждый раз заново.

Толщина слоя (пленки) увлажняющего раствора на форме может изменяться в зависимости от его подачи и свойств печатающих и

пробельных элементов в весьма широких пределах (от 0,5 до 22мкм). То же самое, правда в меньшей степени, можно сказать и о толщинах красочных слоев.

Закономерности наступления баланса «краска – вода» представлены на рис.14. Построение зависимости происходило каждый раз при постоянной подаче увлажняющего раствора, в то время как толщина красочного слоя изменялась (возрастала). При минимальных толщинах красочных слоев на форме (точка *a*) увеличение подачи увлажняющего раствора, естественно, приводит и к росту его содержания в краске. Поскольку фиксируется именно это обстоятельство, очевидно, что часть увлажняющего раствора находится вне краски в виде отдельных слоев и полостей, не входящих в состав образующейся эмульсии. С ростом подачи краски (толщины красочного слоя на форме) количество увлажняющего раствора в краске возрастает (кривые 2, 3) и в какой-то момент достигает максимума. Это означает, что весь поступающий в систему увлажняющий раствор (точка *b*) идет на образование эмульсии. После максимумов относительное содержание увлажняющего раствора в краске падает, что совпадает с началом «тенения» формы, т.е. закатыванием краской пробельных элементов. На кривых 1, 4 максимумов не наблюдается.

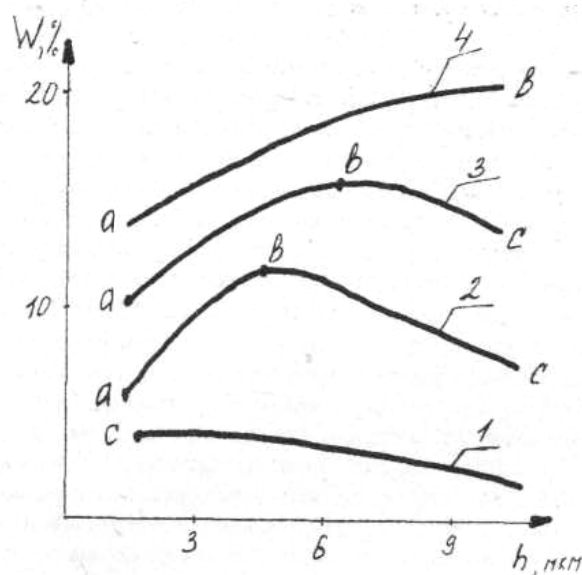


Рис. 14. Установление баланса "краска – увлажняющий раствор" в печатной секции: W – содержание увлажняющего раствора в эмульсии; h – толщина красочного слоя на форме, мкм; 1,2,3,4 – кривые баланса "краска – увлажняющий раствор"; *a* – исходная подача увлажняющего раствора; *b* – оптимальное соотношение краска – увлажняющий раствор; *c* – недостаток увлажняющего раствора

В первом случае увлажняющего раствора недостаточно, и форма тенит тем больше, чем больше толщина красочного слоя.

В последнем случае (кривая 4) подача увлажняющего раствора настолько велика, что вся краска идет на образование эмульсии, а избыток увлажняющего раствора, не вытесняемый с поверхности формы, препятствует формированию краски на печатающих элементах. Процесс печатания становится нестабильным. Этому может способствовать и образование инвертной эмульсии «масло – вода», т.е. «краска – увлажняющий раствор». Отсюда можно сделать вывод о том, что точки максимума на кривых 2, 3 являются оптимальными соотношениями «краска – увлажняющий раствор» в процессе печатания. Из рис. 14 видно также, что с ростом подачи краски должна расти и подача в печатный узел увлажняющего раствора, о чем свидетельствует сдвиг максимумов.

Таким образом, состав образующейся эмульсии должен быть постоянным, в то время как недостаток или избыток увлажняющего раствора приводит к дестабилизации эмульсии и соответственно печатного процесса.

3. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ПОЛОСЕ ПЕЧАТНОГО КОНТАКТА

3.1. Давление в печатном процессе

Для получения оттиска в процессе печатания на машине необходимо, чтобы был создан достаточный контакт между печатной формой, закрепленной на формном цилиндре, и офсетным (передаточным) цилиндром, обтянутым декелем, и между офсетным цилиндром и печатным цилиндром с бумагой (рис. 15). Контакт печатных элементов формы с резинотканевой пластиной и последнего с бумагой обеспечивается благодаря деформации декеля под давлением. Декель состоит из офсетной резинотканевой пластины и поддекельного материала (вторая резинотканевая пластина или ткань, или калиброванный картон).

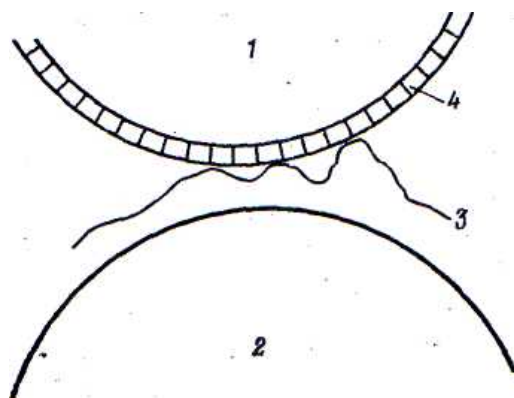


Рис. 15. Схема касания резинотканевой пластины офсетного цилиндра с поверхностью бумаги в момент получения оттиска: 1 — офсетный цилиндр; 2 — печатный цилиндр; 3 — бумага; 4 — резинотканевая пластина

Для получения оттиска хорошего качества необходимо достаточное давление. Величина давления зависит от многих факторов — вида печатной формы (величина микронеровностей на поверхности пластины, глубина печатающих элементов), качества бумаги (в первую очередь микрогеометрия ее поверхности и характеристика покровного слоя), а также ее состава и физико-механических свойств. Кроме того, на величину давления могут влиять свойства краски и состояние печатного аппарата офсетной машины (главным образом точность обработки цилиндров).

Все соприкасающиеся поверхности имеют отклонения по размерам:

Офсетные печатные формы изготавливаются на пластинах, имеющих отклонение по толщине в пределах одной пластины 0,06—0,1 мм. Величина микронеровностей на поверхности алюминиевых пластин составляет от 1,0 до 2,0 мкм и биметаллических от 0,2 до 0,5 мкм.

Печатание производится на бумаге, величина микронеровностей которой колеблется в зависимости от сорта бумаги от 5 до 25 мкм.

Деформация печатного устройства машины под давлением составляет от 0,050 до 0,125 мм (как показал С. Ф. Зоткин).

Для получения полного контакта печатной формы с резинотканевой пластиной и последней с бумагой необходимо, чтобы величина деформации офсетного декеля превышала все имеющиеся макро- и микронеровности.

Краска с резинотканевой пластины не может перейти на поверхность бумаги без приложения давления. Неровности на бумаге не будут заполнены краской. При офсетной печати мало деформируются печатная форма и печатная бумага по сравнению с декелем; величина упругой деформации декеля должна быть больше всех имеющихся макро- и микронеровностей и чем они больше, тем большее требуется давление.

Бумага, как и другие запечатываемые материалы, имеет неровную поверхность (рис.16).

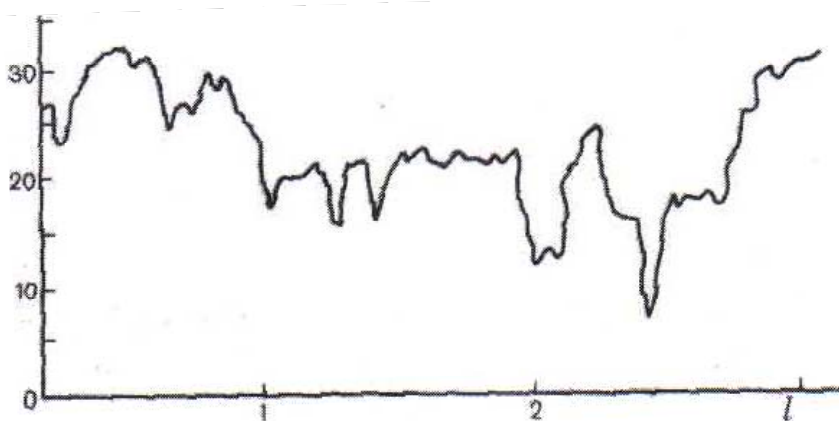


Рис. 16. Профилограмма поверхности бумаги для высокой печати №1

Величина площадей неровностей на поверхности бумаги бывает соизмерима с площадью печатающих элементов, а иногда превышает их величину.

Чтобы добиться переноса изображения с формы на бумагу, поверхность последней должна быть выровнена настолько, чтобы обеспечить полный контакт ее по всей площади печатающих элементов. Кроме того, чтобы переход краски на бумагу осуществлялся в нужных количествах, чтобы краска могла закрепиться на бумаге, проникая в ее микрорельеф и поры, недостаточно обеспечить лишь контакт печатной формы с бумагой. Необходимо создать условия прижима бумаги к форме с некоторым усилием. Величина этого усилия, создающего необходимое давление печатания, в большей мере зависит:

от способа печати (высокой, плоской, офсетной, глубокой);
продолжительности времени контакта формы и бумаги;
шероховатости и жесткости запечатываемой бумаги и других факторов.

Например, чем меньше жесткость бумаги и выше гладкость ее поверхности, тем меньшее давление требуется для создания условий перехода краски на бумагу в нужных количествах, и наоборот.

Основное назначение давления печатания:

для сглаживания неровностей на поверхности запечатываемой бумаги, чтобы обеспечить полный контакт печатающих элементов формы с бумагой.

переноса краски с формы на бумагу в необходимых количествах и для обеспечения начального закрепления краски путем внедрения ее в микрорельеф и поры бумаги.

Введем понятие давления печатания применительно к способам высокой, офсетной и глубокой печати.

В офсетной печати печатающие и пробельные элементы расположены практически в одной плоскости, в глубокой – печатающие элементы углублены по отношению к пробельным, но заполнены практически несжимаемой краской, что создает также как бы единую поверхность формы. Под давлением печатания в этих способах будем понимать силу, приходящуюся на единицу площади полосы контакта, включающей как печатающие, так и пробельные элементы.

В высокой печати под давлением надо понимать силу, приходящуюся только на единицу площади печатающих элементов в полосе контакта, так как пробельные элементы расположены ниже печатающих и не должны испытывать давление при печатании.

На рис. 17 показана ширина полосы контакта h при разном коэффициенте заполнения отдельных участков формы офсетной $h_a, h_{a'}$ и глубокой $h_b, h_{b'}$ печати. Как видно из рис. 17, а, б, ширина полосы контакта, а следовательно и площадь полосы контакта $S_{\text{ПК}}$ для каждого из этих способов печати, не зависит от числа печатающих элементов на ней: $h_a = h_{a'}, h_b = h_{b'}$.

В высокой печати (рис. 17, в) ширина $h_c, h_{c'}$ и площадь полосы контакта зависят от числа и площади печатающих элементов, находящихся в зоне печатания. Суммарная площадь печатных элементов $\Sigma S_{\text{п.эл}}$ в полосе контакта, а следовательно и площадь полосы контакта, не являются постоянной величиной ($h_c \neq h_{c'}$).

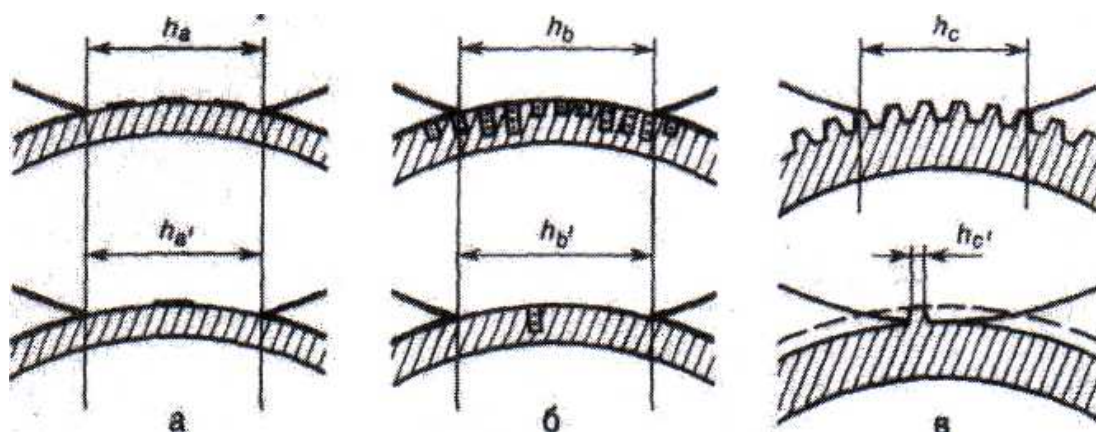


Рис. 17. Ширина полосы контакта при разном коэффициенте заполнения участков формы в различных способах печатания

Обозначив F как суммарную силу, действующую в полосе контакта (Н), а p – давление печатания ($\text{Па} = \text{Н}/\text{м}^2$), покажем, что давление будет определяться для способов офсетной и глубокой печати как

$$p = \frac{F}{S_{\text{ПК}}}.$$

Для способа высокой печати

$$p = \frac{F}{\Sigma S_{\text{п.эл}}}.$$

Для обеспечения денситометрических норм процесса печатания к давлению печатания предъявляют два основных требования:

1) для передачи слоя краски одинаковой толщины с каждого печатающего элемента формы на бумагу давление печатания должно быть одинаковым по всей площади печатной формы;

2) величина давления должна быть неизменной на всем протяжении печатания тиража.

3.2. Зависимость количества краски, переходящей с формы на бумагу, от давления печатания

Печатный процесс представляет собой передачу краски с формы на бумагу, а давление служит средством обеспечения этой передачи. Зависимость количества краски, передаваемой формой, от давления печатания (рис.18) во многих случаях может служить основой для оценки правильности выбора важнейших технологических параметров печатного процесса (давления, толщины слоя краски на форме). Впервые такая зависимость (названная позже основной диаграммой печатного процесса) была получена для высокой печати П. А. Попрядухиным.

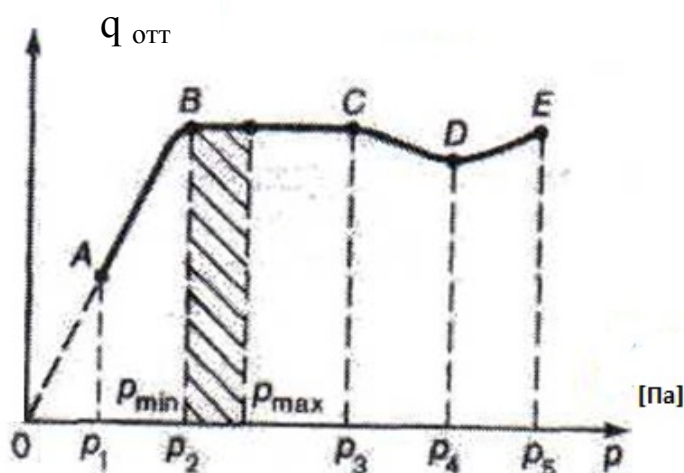


Рис.18. Зависимость количества краски, переходящей с формы на бумагу, от давления

Переход краски с формы на бумагу кроме давления зависит от ряда факторов:

- типа печатной формы;
- толщины слоя краски на форме $h_{\text{ф}}$;
- времени контакта бумаги с краской при получении оттиска $t_{\text{к}}$;
- состояния поверхности бумаги (шероховатость);
- влажности бумаги;
- печатно-технических свойств краски (главным образом ее вязкости);
- климатических условий помещения (температура, влажность).

С целью оценки влияния только одного фактора – давления на переход краски, данная диаграмма получена по оттискам, отпечатанным с формы-плашки, при постоянной толщине слоя краски на форме

($h_{\text{ф}} = \text{const}$), одинаковом времени контакта бумаги с краской ($t_{\text{к}} = \text{const}$), для определенного вида бумаги и краски, при неизменной температуре и влажности помещения. По оси абсцисс на диаграмме (см. рис.18) отложено давление p (Па), по оси ординат – количество краски, переданной с формы на 1 см^2 запечатываемой бумаги, $q_{\text{отт}}$.

С помощью этой диаграммы определим оптимальное давление, соответствующее минимальному давлению и переходу краски с формы на бумагу.

Диаграмму можно разделить на участки: OA , AB , BC , CD , DE , каждому из которых соответствует определенное давление.

OA – получен при давлении $0 - p_1$ – не установлена закономерность в передаче краски. Здесь количество краски, переданной на бумагу, носит случайный характер, т.к. давление на этом участке недостаточно для обеспечения полного контакта бумаги и краски.

AB – соответствует давлению $p_1 - p_2$ – начиная от A с увеличением давления возрастает количество краски, переходящей на бумагу. Оттиски, полученные при давлении $p_1 - p_2$, имеют разную толщину слоя краски и разную оптическую плотность (черноту при печатании черной краской). Этот участок нельзя считать рабочим, т.к. любое изменение давления на этом участке ведет к изменениям оптических свойств.

BC – соответствует давлению $p_2 - p_3$ – происходит максимальный переход краски на бумагу. Количество краски на оттисках остается неизменным, хотя величина давления изменяется в значительных пределах. Оттиски, полученные в данном интервале, имеют одинаковую оптическую плотность, т.е. являются рабочими.

CD – соответствует давлению $p_3 - p_4$ – происходит уменьшение кол-ва краски, переходящей с формы на бумагу. Объяснение этого явления следующее – в результате избытка давления краска выдавливается за края печатающих элементов на их боковые грани, что приводит к уменьшению количества краски на самих печатающих элементах и уменьшает ее переход на бумагу. В результате оттиски имеют большой оборотный рельеф и неодинаковую оптическую плотность. Давление $p_3 - p_4$ нельзя считать рабочим.

DE – соответствует давлению $p_4 - p_5$ – происходит вновь увеличение количества краски, переходящей с формы на бумагу. При таких больших давлениях печатающие элементы настолько сильно вдавливаются в бумагу, что бумага прижимается к боковым граням печатающих элементов и снимает с них выдавленную краску. В результате от-

тиски имеют большой оборотный рельеф, увеличивается оптическая плотность, значительные графические (размерные) искажения элементов изображения. Давления $p_4 - p_5$ нельзя считать рабочими.

Таким образом, согласно диаграмме рабочими могут считаться давления в диапазоне значений $p_2 - p_3$.

Однако, чем ближе к p_3 , тем больше оборотный рельеф на оттисках, больше износ печатной формы и труднее режим работы печатной машины.

То есть давление p_2 – является достаточным, обеспечивающим необходимое количество краски на оттиске.

Однако в реальном процессе невозможно обеспечить абсолютное постоянство величин давления при печатании. Нужно найти некоторый интервал допустимых значений давлений печати, при котором обеспечивается максимальная передача краски с формы на бумагу и одинаковая оптическая плотность оттисков.

Для офсетной и глубокой печати ограничениями будут являться не величина оборотного рельефа на оттисках, а величина графических искажений элементов изображений.

3.3. Способы создания давления в печатной машине

В контактных способах печатания самым главным условием получения оттиска является давление.

Так как в печатном аппарате хотя бы одна из поверхностей деформирующаяся, то контакт идёт не по безразмерной линии, а по полосе определённой ширины b (рис. 19).

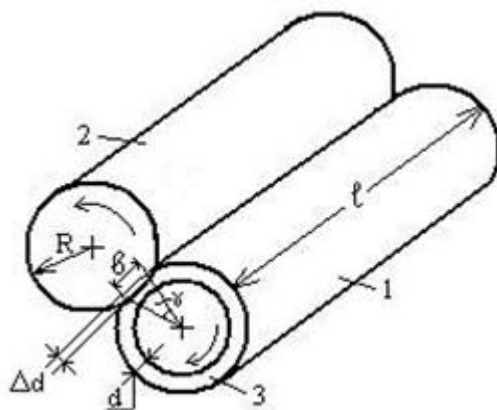


Рис. 19. Схема полосы печатного контакта:

- 1 – печатный цилиндр; 2 – формный цилиндр; 3 – декель; ℓ – длина полосы контакта; d – толщина декеля; Δd – абсолютная деформация декеля;
 b – ширина полосы контакта

Площадь контакта:

$$S = b \cdot \ell \cdot \alpha,$$

где ℓ – длина полосы контакта (образующая цилиндра);

α – относительный коэффициент, учитывающий долю печатных элементов (в плоской и глубокой печати $\alpha = 1$, так как давление приходится и на пробельные элементы) (см. рис.17).

При этом величина b зависит от абсолютной деформации декеля Δd , определяемой как разность в толщине декеля до сжатия (d_0) и после сжатия ($d_{сж}$):

$$\Delta d = d_0 - d_{сж},$$

$$b \approx 2\sqrt{R \Delta d},$$

где R – радиус цилиндра.

Из-за того, что одна и та же точка в полосе контакта ввиду разницы в радиусах цилиндров (на Δd) имеет разную скорость, наблюдается проскальзывание формной поверхности относительно бумаги, лежащей на печатной поверхности, что, безусловно, отрицательно скажется на качестве оттиска. Возникает опасность дробления печати, сдваивания контуров изображения. Поэтому для уменьшения проскальзывания применяют более жёсткие декели, имеющие меньшее Δd .

Говоря о давлении печатания, обычно различают суммарное и удельное давления.

Суммарное давление ($P_{сум}$) – это давление, приходящееся на всю площадь контакта S , а *удельное* (p) – это давление, приходящееся на единицу площади контакта (например, на 1 см²), т.е.

$$P_{сум} = p \cdot S.$$

Различают два способа создания давления: *силовой* и *кинематический*. При силовом способе $P_{сум} = \text{const}$. Например, давление достигается только весом печатного цилиндра. В этом случае удельное давление из-за непостоянства площади контакта (особенно в высокой печати), было бы непостоянным и оттиски получались бы «полосатыми» (с разной оптической плотностью). Поэтому в печатном аппарате применяется кинематический способ создания давления, при котором удельное давление p (напряжение) является реакцией на обратимую относительную деформацию декеля ε :

$$\varepsilon = \Delta d / d,$$

$$p = \text{const.}$$

Зависимость давления от ε называется кривой сжатия декеля (рис. 20).

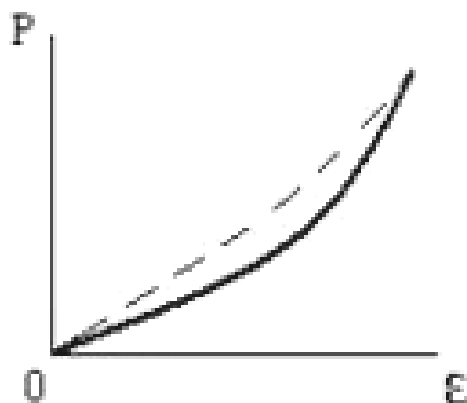


Рис. 20. Кривая сжатия декеля

При этом удельное давление рассчитывается:

$$p = N \cdot \varepsilon,$$

где N – модуль деформации декеля, который в случае упругой деформации является модулем Юнга – E .

Модуль деформации определяется как тангенс угла наклона спрямлённой кривой сжатия.

В силу того, что давление является функцией обратимой деформации декеля, для печатных машин толщина декеля строго регламентируется.

При прямом контакте с жёсткой печатной формой требуются значительные давления. Так, в типографской печати эти давления достигают 50 кгс/см^2 , а для плашки – 70 кгс/см^2 и более. Даже для фотополимерных форм это давление порядка $20\text{-}25 \text{ кгс/см}^2$. При офсетном же способе эти давления на порядок ниже. В офсетной плоской печати давление печатания равно $5\text{-}10 \text{ кгс/см}^2$.

На рис. 21 показано распределение давления по ширине полосы контакта.

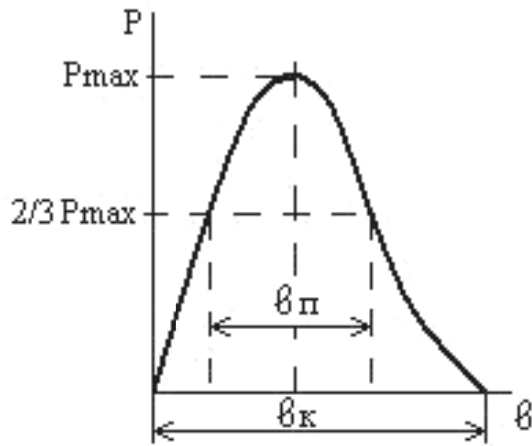


Рис. 21. Распределение давления по ширине полосы печатного контакта

Среднюю часть полосы контакта, где давления уже достаточны для получения оттиска, называют полоской печатания b_n . Эта куполообразная форма кривой, часто математически описываемая формулой нормального закона распределения случайной величины, является несимметричной из-за наличия волны набегания, которая тем больше, чем больше Δd и чем хуже затянут декель. Как видно из рис. 21, давление по ширине полосы контакта распределяется неравномерно, но это не сказывается на качестве оттиска, т.к. каждая точка формы пройдёт через все эти давления и оттиск получается в результате непрерывного суммирования полосок печатания.

По длине полосы контакта ℓ для идеальной печатной пары и стабильных деформационных свойств декельной покрышки давление должно распределяться равномерно. Но любая печатная пара имеет свои геометрические неточности и недостатки в результате её эксплуатации. Особенно страдает середина полосы контакта. Кроме того, имеет место прогиб в осях печатной пары, что приводит к тому, что эпюра напряжений (давлений) по длине полосы контакта имеет вид, представленный на рис. 22.

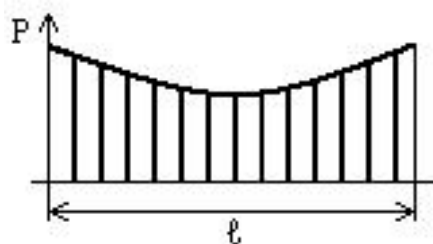


Рис. 22. Распределение давления по длине полосы контакта ℓ

В высокой печати, где и сами давления большие, разница между максимальным и минимальным давлением настолько значительна, что середина без дополнительной приправки может даже не пропечатываться.

В офсетной плоской печати в зоне контакта находится резина, обладающая свойством деформироваться без изменения объёма. Сдавленная с краёв в силу прогиба в осях печатной пары резина перераспределяется в середину, тем самым не только компенсируя разницу в давлениях на краях и в середине, но даже давая некоторое небольшое увеличение давления посередине (рис. 23).

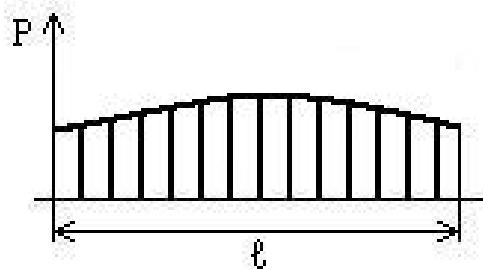


Рис. 23. Распределение давления по длине полосы в офсетной печати

Для высокой печати очень важно распределение давления и по отдельному печатному элементу. По контактной теории упругости Штаермана для жёсткого штампа в виде цилиндра с радиусом a , вдавливаемого в упругое пространство, давление в любой точке (p_x) этого цилиндра может быть рассчитано по формуле:

$$p_x = \frac{P}{\pi \sqrt{a^2 - x^2}}.$$

И, таким образом, эпюра напряжений под таким элементом будет иметь вид, представленный на рис. 24, т.е. по краям давления будет уходить в бесконечность, т.к. при " $x \rightarrow a$ " " $p \rightarrow \infty$ ".

Реальный печатный элемент имеет обычно конусообразную форму, в силу чего давление по краю распределяется в соответствии с параллелограммом сил. Кроме того, печатный элемент имеет по краям некоторую кривизну закраин и не является абсолютно жёстким телом. Также не абсолютно упругим является декель. Всё это снимает часть напряжений на краях и оно не бесконечно, но всё равно значительно больше, чем посередине (рис. 25). Такую концентрацию напряжений по краям называют «краевым эффектом».

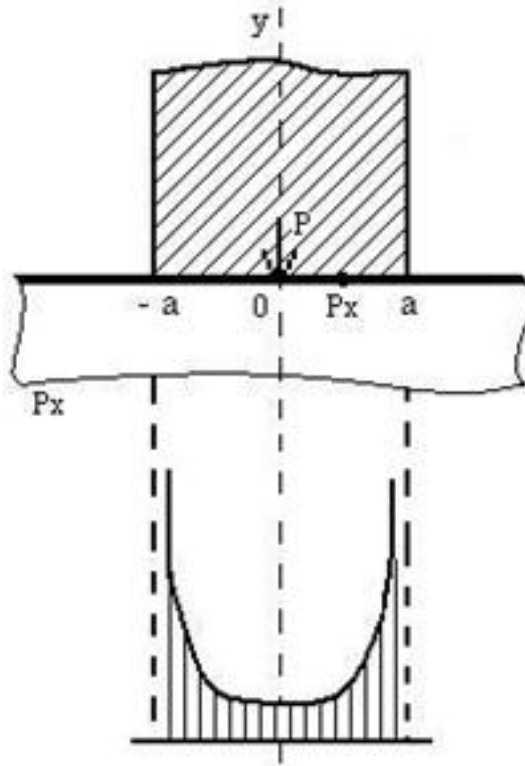


Рис. 24. Распределение давления под жёстким штампом с радиусом a

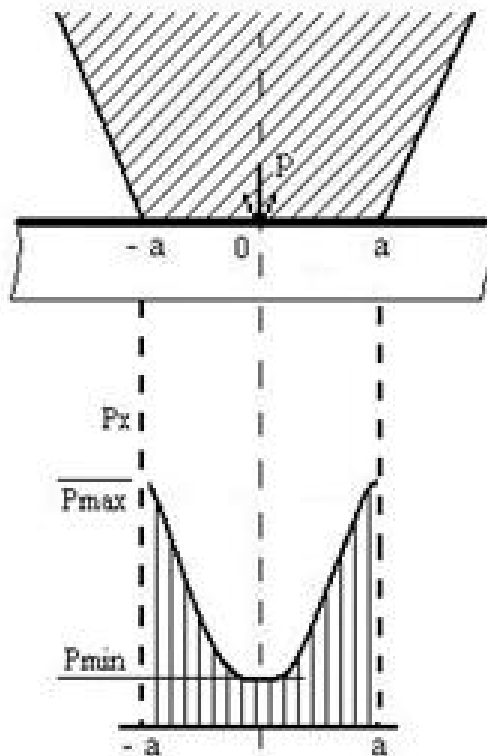


Рис. 25. Распределение давления под реальным печатным элементом

Однако под штампом можно понимать не только отдельный печатный элемент, но и их группу (например, заголовок в тексте), и

целую полосу текста, и даже всю форму в целом. По ним давление распределяется также неравномерно с «краевым эффектом». Именно такое неравномерное распределение давления является основной причиной приправки, кроющейся в самом принципе применения высоких печатных элементов.

В офсетной плоской печати «краевой эффект» отсутствует и поэтому нет необходимости в местной регулировке давления, достаточно обеспечить необходимое удельное давление в полосе контакта. Небольшое уменьшение давления по краям цилиндров может быть причиной появления так называемой «овальной» точки. Причиной некоторого неравномерного распределения давления может быть и неравномерное натяжение офсетной резины на офсетном цилиндре. Чем дальше от места затяжки резины, тем меньше напряжения при растяжении этой резины и тем меньше модуль её деформации.

В глубокой печати печатные элементы заполнены практически несжимаемой краской и, следовательно, контакт так же, как в плоской печати, идёт по плоскости и «краевой эффект» не обнаруживается. Следует отметить, что из-за отсутствия растискивания в глубокой печати увеличение давления не так сильно сказывается на качестве оттисков как в высокой и плоской печати, и потому может быть настроено на максимально допустимом уровне.

В высокой печати на равномерное распределение давления также влияют различная площадь печатных элементов и изрезанность печатной формы, т.е. разные расстояния между печатными элементами. При одной и той же величине удельного давления под мелким элементом из-за большого влияния «краевого эффекта» среднее давление будет больше (рис. 26).

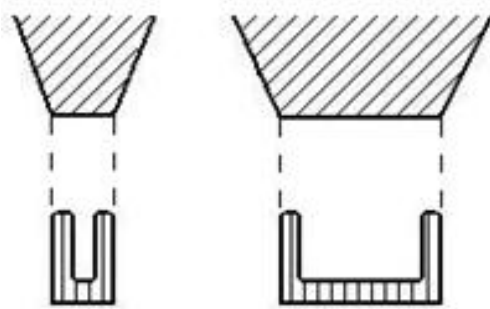


Рис. 26. Влияние площади печатного элемента на среднее удельное давление

Влияние изрезанности печатной формы на разное вдавливание отдельно стоящего элемента и элемента в группе других элементов объясняется взаимным влиянием растягивающей составляющей ($p_{к.э}$) в параллелограмме сил (рис. 27).

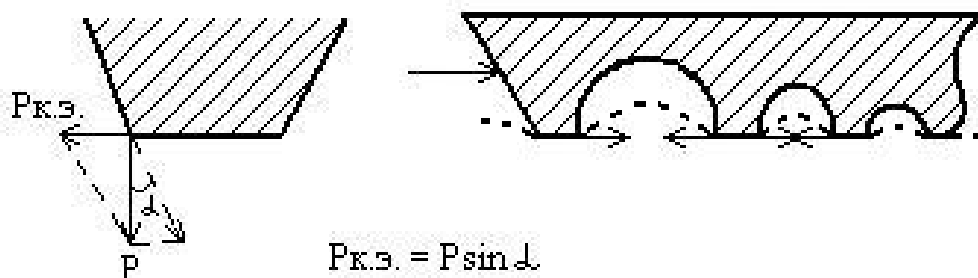


Рис. 27. Влияние изрезанности формы на разный оборотный рельеф:
 - - - - - обратный рельеф на оттиске

У отдельно стоящего элемента краевая растягивающая составляющая давления проявляется в полной мере, а у такого же элемента в группе эти растягивающие напряжения взаимно уничтожаются и дают меньший оборотный рельеф. Именно поэтому у растровых элементов полутонного изображения (кроме крайних) вообще нет оборотного рельефа, а отдельно стоящие колонцифры дают значительно больший оборотный рельеф.

Как видим, распределение давления в полосе печатного контакта носит сложный характер и имеет большое значение, так как от стабильности давления во многом зависит качество печати.

3.4 Декели и их деформационные свойства

Декель – это упругоэластическая покрывка печатного или офсетного цилиндра. Назначение декеля: создать необходимое давление печатания, а также компенсировать за счёт своей деформации сумму всевозможных метрических неровностей в зоне печатного контакта, включая прогиб в осях печатной пары.

Э.К. Белозеров предложил следующую формулу для расчёта суммы метрических погрешностей (ΣH):

$$\Sigma H = \varepsilon \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_{\frac{1}{2}}^2 + \sigma_{\frac{1}{3}}^2 + \sigma_{\frac{1}{4}}^2} + \gamma.$$

где σ_b – среднеквадратичное отклонение в толщине бумаги;

σ_d – среднее квадратичное отклонение в толщине формы;
 σ_f – среднее квадратичное отклонение в толщине декеля;
 σ_m – среднее квадратичное отклонение в толщине в метрических размерах печатной пары;

γ – величина прогиба в осях печатной пары.

Все эти погрешности должны быть компенсированы разницей в деформации декеля в допустимом диапазоне давлений, т.е.

$$\sum II \leq \Delta d_{\text{max}} - \Delta d_{\text{min}};$$

$$\text{где } \Delta d_{\text{max}} = \frac{1}{\gamma} \cdot p_{\text{max}} \cdot d; \Delta d_{\text{min}} = \frac{1}{\gamma} \cdot p_{\text{min}} \cdot d.$$

В офсетной плоской и глубокой печати это неравенство выполняется. В высокой же печати из-за неравномерного распределения давления это неравенство не выполняется и требуется дополнительная местная корректировка толщины формы или декеля, т.е. приправка.

Для составления декельной композиции применяют разнообразные материалы:

- различные виды бумаг (в основном как добавки в декель до нужной толщины);
- картоны (пресс-шпан, электрокартон и др.);
- ткани (шерстяная кирза, хлопчатобумажные ткани, капрон);
- прорезиненные ткани (в том числе и офсетные резинотканевые полотна);
- текстуриты (ткань с ПВХ-покрытием);
- полимерные плёнки разной жёсткости и толщины;
- специальные пористые материалы (декпласт, полифиброн, кимлон, пробковое полотно и др.)

Как видим, все декельные материалы – это высокополимерные композиции, что и предопределяет особенность их деформирования.

По своему составу декели могут быть однослойными (например, на некоторых офсетных машинах – только одно резинотканевое полотно) и многослойными. Особенно многослойны декели высокой печати. Причём типографские декели делают из двух частей: постоянной, которая меняется редко, и сменной, меняющейся для каждой печатной формы, так как на ней образуется матричный рельеф от вдавливания печатных элементов в декель. Например, один из употребляющихся составов декеля для книжно-журнальной ротации: постоянная часть из текстурита и одного листа кабельной бумаги, а сменная – 7-8 листов типографской бумаги №2, затянутые кабельной бумагой и капроновым полотном для предотвращения отмарывания (общая толщина декеля 2,1 мм).

Вспомним, что давление в печатной паре создается с помощью механизма натиска: т.е. за счет сближения или удаления печатного и формного цилиндров с установленной формой на расстояние технологического зазора. Величина зазора строго фиксируется и обеспечивается жесткостью конструкции печатного узла. Величина технологического зазора во всех случаях должна быть меньше толщины декеля в свободном (несжатом) состоянии.

Из диаграммы давления в печатном процессе следует, что в зоне печатного контакта (печатной пары) важно создать технологически необходимое давление, т.е. минимальное давление, при котором достигается наивысшее качество отпечатков.

В идеале давление и плотность контакта должны быть одинаковыми по всей зоне (площади) печатного контакта и обеспечивать контакт всех печатных элементов формы с запечатываемой поверхностью (рис. 28, 29).

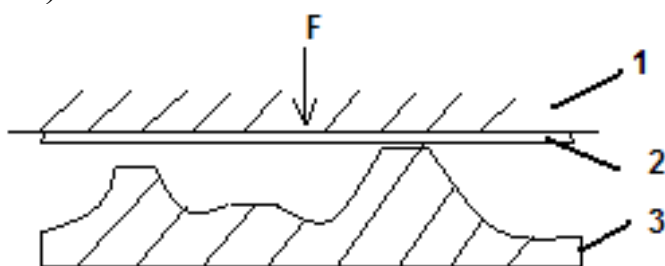


Рис. 28. Печатный контакт без декеля:

- 1 – печатающая поверхность без декеля (поверхность печатной плиты или цилиндра);
- 2 – запечатываемая поверхность (бумажный лист);
- 3 – форма с печатными и пробельными элементами

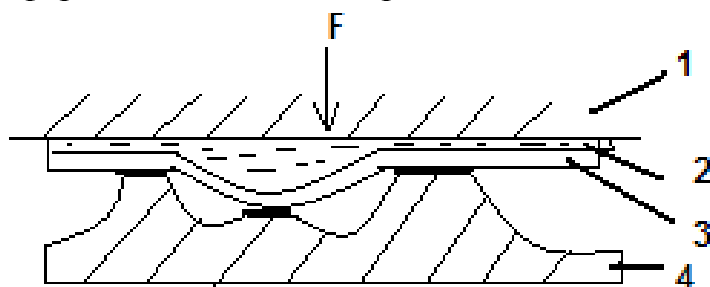


Рис. 29. Печатный контакт с декелем:

- 1 – печатающая поверхность без декеля (поверхность печ.плиты или цилиндра);
- 2 – декедь;
- 3 – бумага;
- 4 – форма с печатными и пробельными элементами

Декельные материалы – это упруговязкие пластичные тела, обладающие всеми видами деформаций (и продольной, и поперечной). Рассмотрим механизм деформирования декеля. При деформировании декеля происходит одновременно его сжатие и растяжение (рис. 30).

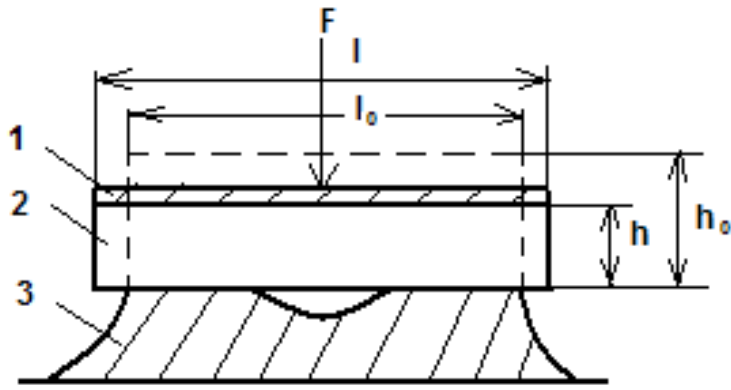


Рис. 30. Механизм деформации декаля:
 1 – печатающая поверхность (печатный цилиндр); 2 – декель;
 3 – форма с печатными и пробельными элементами

Относительная деформация сжатия декаля:

$$\varepsilon_c = \frac{h_0 - h}{h_0},$$

где h_0 и h – толщина декаля до и после нагрузки.

Относительная деформация растяжения декаля:

$$\varepsilon_p = \frac{l - l_0}{l_0},$$

где l_0 и l – длина декаля до и после нагрузки.

Относительная деформация в поперечном направлении ε_p к деформации в продольном направлении ε_c характеризует структуру материала и называется *коэффициент Пуассона*:

$$\mu = \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_c}.$$

Из условия постоянства объемов следует, что в случае конденсированного тела:

$$\varepsilon_p = \varepsilon_c,$$

$$\mu = 1.$$

Однако на самом деле, в случае пористых тел, μ близко к 0.

Для тел со сплошной структурой (полимеры, пленки) $\mu \approx 0,5$.

В пористых телах релаксация напряжений происходит за счет смещения частиц тела в свободное, занятое воздухом пространство, в результате тело сжимается практически без растяжения и объем его резко уменьшается.

В сплошных телах (резина, полимеры и т.п.) релаксация напряжений происходит только в сторону от действия силы, в результате тело растягивается и изменения объема тела не происходит (как у любого кристаллического, жидкого тела).

Таким образом, применение пористых декельных материалов позволяет избежать возникновения концентрации напряжений σ по краям печатающих элементов и выпучивания материала в пробельные элементы. Давление по всей форме распределяется равномерно.

Напротив, при использовании резин в декеле возникает высокая концентрация напряжений σ по периметрам печатающих элементов.

Казалось бы, что использование пористых материалов – это решение проблемы.

Но пористые материалы имеют свои недостатки - они не обладают достаточной жесткостью и упругостью, т.е. не могут обеспечить необходимое давление в зоне печатного контакта, а также не могут мгновенно восстановить свой объем. В отличие от резины и полимеров, которые обладают этими свойствами, но не способны к равномерному распределению давления по печатающим элементам – по этой причине декели составляют из материалов обеих групп.

От состава декеля зависят его деформационные свойства. Зависимость изменения суммарной деформации декеля во времени t имеет сложный вид. Рассмотрим кинетику развития деформации декеля при действии постоянной нагрузки и после её снятия (рис. 31).

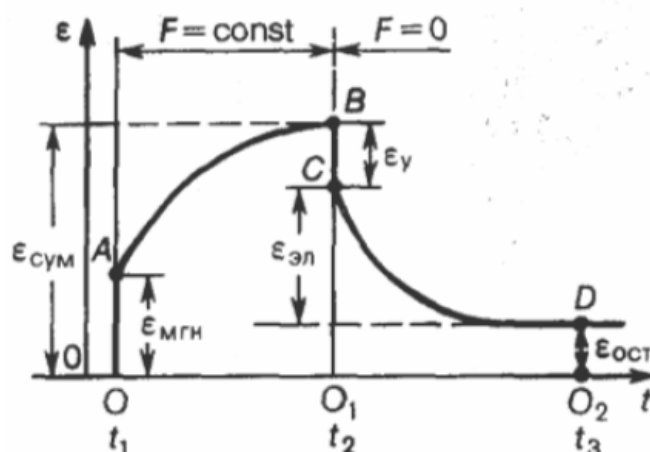


Рис. 31. Развитие деформации в декеле под действием нагрузки постоянной величины и после ее снятия

На графике (рис.31) хорошо видны три участка:

0 – t_1 – в момент приложения нагрузки (0) в декеле возникает мгновенная деформация сжатия $\epsilon_{\text{мгн}}$;

$t_1 - t_2$ – в этот период времени деформация сжатия постепенно возрастает, причем скорость накопления этой деформации постепенно снижается. В момент времени t_2 декель имеет максимальную деформацию $\varepsilon_{\text{сум}}$;

$t_2 - \infty$ – при снятии нагрузки в момент времени t_2 часть деформации мгновенно исчезает ε_v . Затем в течение $t_2 - t_3$ происходит постепенное уменьшение деформации. В точке t_3 спад деформации прекращается;

$t_3 - \infty$ – оставшаяся в декеле деформация соответствует значению в точке $t_3 - \varepsilon_{\text{ост}}$.

Проведем анализ деформаций. В момент приложения и снятия нагрузки в декеле возникает и исчезает теоретически мгновенно обратимая упругая деформация $\varepsilon_v = \varepsilon_{\text{мгн}}$.

В периоды $0 - t_1$ и $t_1 - t_2$ происходит накапливание и снятие эластических и остаточных (пластических) деформаций.

Во время $t_2 - t_3$ происходит восстановление размеров образцов (релаксация). Релаксация протекает не до конца, остается остаточная деформация $\varepsilon_{\text{ост}}$.

Из графика следует, что суммарная деформация ($\varepsilon_{\text{сум}}$) включает в себя различные по характеру составляющие:

$$\varepsilon_{\text{сум}} = \varepsilon_v + \sum \varepsilon_{\text{эл}} + \varepsilon_{\text{ост}}$$

где ε_v – относительная упругая деформация;

$\varepsilon_{\text{эл}}$ – относительная эластическая деформация;

$\varepsilon_{\text{ост}}$ – относительная остаточная деформация.

В создании давления участвуют только обратимые деформации и, в первую очередь, упругая деформация.

Упругая деформация ε_v – вызвана перемещением под давлением нагрузки отдельных участков или звеньев молекул. Упругая деформация мгновенно возникает при действии нагрузки и мгновенно восстанавливается после снятия нагрузки. Её развитие обусловлено действием первичных молекулярных сил и не выходит за рамки действия этих сил. Поэтому упругая деформация не зависит от времени и равна:

$$\varepsilon_v = \frac{1}{E} p.$$

К обратимым относится и эластическая деформация, но для её развития и восстановления требуется время, так как она обусловлена гибкостью и сложностью строения молекул полимера. Ввиду того, что может происходить перемещение как целых молекул, так и от-

дельных её участков, то обычно эластическую деформацию представляют как сумму деформаций, имеющих разную скорость восстановления (от быстрых до медленных):

- *быстрые* деформации (с малым временем протекания) успевают полностью развиться и сняться за время между двумя циклами сжатия, участвуют в создании давления печатания;

- *медленные* деформации (с большим временем протекания) развиваются постепенно с ростом числа циклов работы машины. За время отдыха (релаксации) декеля не успевают полностью исчезнуть и постепенно накапливаются в декеле, играя роль $\varepsilon_{\text{ост}}$.

Остаточная деформация $\varepsilon_{\text{ост}}$ – необратимое смещение молекул относительно друг друга с преодолением межмолекулярных связей. Ей характерно накапливание со временем. Эта деформация не успевает исчезнуть после снятия нагрузки.

В стандартной методике оценки деформационных свойств декеля рекомендуется производить нагрузку и восстановление в течение 30 минут. Вся деформация, которая за 30 минут не восстановилась, называется остаточной. В основном остаточная деформация состоит из пластической деформации ($\varepsilon_{\text{пл}}$), которая по закону течения равна

$$\varepsilon_{\text{пл}} = \frac{1}{\eta} p t,$$

а также из очень медленной эластической деформации, не успевшей за 30 минут восстановиться. Кроме того, в остаточную деформацию входит деформация, связанная с уменьшением объёма материала за счёт удаления воздуха между слоями и из пор и капилляров декельных материалов. Таким образом, остаточная деформация больше, чем пластическая.

Различают несколько периодов в работе декеля, начиная с его установки. Первый подготовительный период называется обкаткой декеля. Для этого декель подвергают холостым прогонам под давлением и делают перезатяжку. Иногда эту операцию повторяют 2-3 раза. В процессе обкатки удаляются воздушные прослойки и декель становится единым целым.

Второй период работы декеля – приработка его. Она идёт в условиях многократного, но кратковременного нагружения. При первых нагружениях декеля нет прямой пропорциональной зависимости между напряжением и деформацией. В течение последующих отрисков идёт постепенное нарастание остаточной деформации, но ско-

рость её прироста постепенно падает и через определённое количество циклов нагружения (оттисков) происходит стабилизация остаточной деформации (рис. 32).

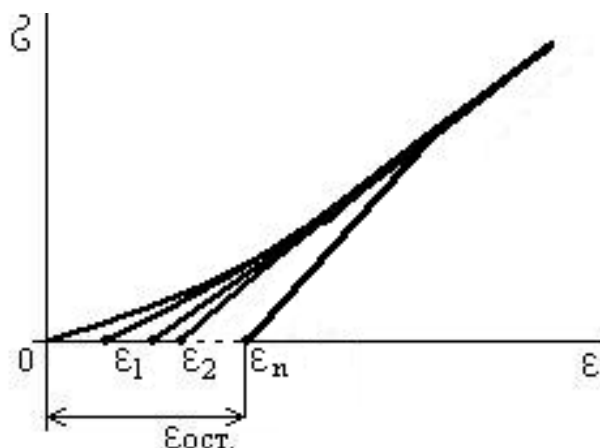


Рис. 32. Приработка декеля при многократном нагружении

Чем больше остаточная деформация, тем дольше протекает процесс приработки. Обычно для приработки требуется порядка 1000 оттисков. Хотя некоторые мягкие декели фактически вообще не дают стабилизации остаточной деформации и постоянно «текут». Поэтому их применяют редко (например, в газетной печати).

За время печатания тиража происходит уменьшение обратимых деформаций и увеличение необратимых, при этом общая

$$\varepsilon_{\text{воз}}^{\text{max}} = \text{const.}$$

В начале печатания тиража это уменьшение величины сжатия за цикл особенно ощутимо, т.к. на этой стадии идет процесс приработки декеля. В зависимости от материала и вида декеля этот процесс происходит во времени по-разному. Декели, обладающие в большей мере упругими и быстрыми деформациями, обеспечивают стабильность величины давления при печати любого тиража.

После приработки наступает третий, рабочий, период, когда декель работает как единая упругая система. Его работу характеризует модуль упругости или модуль деформации. Протяжённость рабочего периода – это тиражестойкость декеля, которая зависит от степени наличия в общей деформации медленных эластических деформаций и релаксационных процессов в декеле. Величина $\varepsilon_{\text{сум}}$ при кинематическом способе создания давления остаётся постоянной, но в результате накапливания медленных эластических деформаций с течением времени начинает расти доля остаточной деформации, а сле-

довательно уменьшение доли обратимой деформации, что и приводит к снижению давления. Такое снижение давления (спад, ослабление) и есть его релаксация.

Явление *релаксации* характеризует физический процесс постепенного возвращения в состояние равновесия какой-либо системы, выведение ранее из равновесного состояния.

Количественно релаксацию оценивают по периоду релаксации (τ). Под периодом релаксации понимается время, в течение которого напряжение падает в e раз (e – основание натуральных логарифмов). Практически τ рассчитывают для разных времён восстановления эластической деформации:

$$\epsilon_{эл,t} = \epsilon_{эл,0} e^{-t/\tau}$$

где $\epsilon_{эл,t}$ – эластическая деформация за время t ;

$\epsilon_{эл,0}$ – эластическая деформация в начальный период восстановления, например, за 5 секунд;

τ – период релаксации.

Если это выражение прологарифмировать по основанию e , получим

$$\tau = \frac{t}{\ln \frac{\epsilon_{эл,0}}{\epsilon_{эл,t}}}$$

Когда декель в результате релаксационных процессов теряет свои упругие свойства и не создаёт необходимого давления, наступит его усадка. При небольшой степени усадки можно подложить под декель лист бумаги и несколько восстановить его свойства. В противном случае следует сменить декель.

На релаксационные процессы в декеле оказывает влияние взаимосвязь деформаций сжатия и растяжения. При действии нагрузки на тело декеля внутри него образуется конусообразная зона, внутри которой идёт сжатие материала, а вне зоны – растяжение (рис. 33).

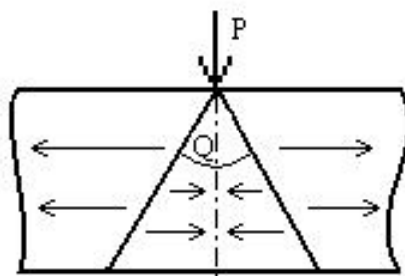


Рис. 33. Схема деформирования декеля

По величине суммарной деформации декели делят на три группы:

жесткие – имеют меньшую ε_{Σ} сжатия, имеют большую долю упругих обратимых деформаций – 70-82%;

средние – 60-70%, падение давления при приработке 10-15%;

мягкие – 50-60%, падение давления при приработке 20-30%.

Чем жестче декель, тем больше нужна нагрузка для его деформирования.

Так, для типографских декелей при нагрузке 30 кгс/см² у жестких декелей $\varepsilon_{\text{сум}} = 6-8\%$, у полужестких – 8-12%, у мягких – 12-16%.

Таким образом, при работе с мягким декелем необходимо 20-30 мин прирабатывать новый декель на рабочей скорости машины, только после этого давление стабилизируется и можно начинать печатать. После окончания приработки декеля его подтягивают.

При выборе декеля необходимо знать количественный состав его деформаций ε_{Σ} , ε_{ν} , $\varepsilon_{\text{эл}}$, $\varepsilon_{\text{ост}}$, а также значения быстрых и медленных $\varepsilon_{\text{эл}}$. При выборе декеля следует отдавать предпочтение таким, где преобладают упругие и быстрые эластические деформации. Так как к декелям предъявляются противоположные требования, применяются комбинированные декели с оптимальными свойствами к условиям печатания.

Многослойные декели имеют постоянную нижнюю часть, которая служит 3-4 месяца, и верхнюю часть (из пластичного материала, например бумаги), которую меняют каждый тираж.

Состав декеля зависит от типа машины, способа печати, вида работы, регламентируется технологическими инструкциями.

В машинах высокой печати применяют многослойные декели, в состав которых могут входить: листы картона и бумаги разной жесткости, для повышения упругих свойств декелей в их состав вводят текстовинит (декельный материал на тканевой основе со слоем полихлорвинилового покрытия), тонкое пробковое полотно, прорезиненные ткани, синтетические пленки, специальные декельные материалы типа полидек, декпласт (изготавливаются различной жесткости, многокомпонентные на нетканой основе).

В офсетной печати применяют специальные резинотканевые пластины различной жесткости, кроме них в составе декеля картон (различной толщины и жесткости), текстовинит (раньше применялась шерстяная кирза) и др.

В рулонных печатных машинах глубокой печати печатный цилиндр не имеет составного декеля, а, как правило, целиком покрыт обрезиненным слоем, выполняющим роль декеля.

Резинотканевые пластины – основная часть декеля, многослойная прорезиненная ткань с односторонним резиновым покрытием. В настоящее время все шире применяются резинопровковые декельные материалы, резинотканевые пластины с микропористым слоем. Все используемые в качестве декелей материалы относятся к группе высокополимерных материалов.

Следует отметить, что в настоящее время наблюдается тенденция применения более жёстких декелей (даже с $\varepsilon_{\text{сум}}$ меньше 6%), обеспечивающих более высокое качество печати. Но такие декели требуют более тщательной настройки давления на минимально необходимом уровне.

4. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОРМ И ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

4.1. Общие требования к печатным формам

Качество печатной формы вне зависимости от способа печати, для которого она предназначена, определяется:

- достаточной тиражестойкостью (рис. 34), зависящей не только от формного материала и правильности изготовления формы, но и от состояния печатной машины, офсетной краски, офсетной резины (на этот параметр влияют все участники процесса печати);

- достаточной разрешающей способностью копировального слоя пластины, т. е. способностью воспроизводить без потерь микроэлементы оригинала;

- условиями транспортировки и хранения.

Нарушение условий хранения может привести к изменению свойств печатных элементов. Поскольку пластины имеют чувствительную поверхность, учитывайте следующее:

- хранят и перевозят упаковки, устанавливая их на боковую сторону, рядом друг с другом, в противном случае возможна деформация пластин и прилипание;

- при транспортировке и перегрузке упаковок исключают сильные вибрации и провисание упаковок, для пластин большого формата – перегиба упаковок пластин;

- хранят формы в холодном сухом помещении, вдали от солнечных лучей, рекомендованы температура 18-25°C и влажность воздуха 40–60%.

Входной контроль качества печатных форм состоит в визуальном осмотре поверхности пластины, в результате которого проверяется следующее:

Пластина должна быть полностью проявлена и на пробелах не осталось «следов» светочувствительного слоя, которые неизбежно вызовут тень в печати.

На поверхности печатных форм не должно быть пыли, механических повреждений.

Кроме того, качество печатной формы считается удовлетворительным, если разрешение, тоновая характеристика и тоновый диапазон соответствуют нормативным требованиям.

Для оперативного контроля качества экспонирования печатной формы – разрешения, тоновой характеристики и тонового диапазона – применяются контрольные шкалы.

Печатные формы, независимо от способа печатания, природы формных материалов, имеют особенности поведения в печатном процессе, которые определяются двумя основными факторами: циклическим характером нагружения и трением между печатной формой и контактирующими с ней элементами и поверхностями. В результате этих воздействий печатные формы подвергаются износу, который определяет предельные величины тиражестойкости комплекта (рис. 34).

Тиражестойкость печатных форм – это возможность получения с форм максимального количества оттисков, качество которых отвечает требованиям, предъявляемым к той или иной группе печатных изданий.

Величина тиражестойкости важна не только для технологической характеристики печатного процесса, но и для определения экономических затрат на производство, поскольку большая тиражестойкость форм позволяет повысить коэффициент использования печатных машин, сделать более стабильными процесс изготовления оттисков и их качество, снизить себестоимость изготовления продукции.

Тиражестойкость форм определяется сложным комплексом взаимосвязанных факторов, отражающих, с одной стороны, способ их изготовления и особенности применяемых материалов, а с другой – условия использования их в печатной машине. Механический износ форм – сложный процесс, зависящий от многих факторов: состояния печатной машины, материалов и химии, частоты смывок. В целом все факторы, влияющие на тиражестойкость печатных форм, можно разделить на две группы:

- факторы, зависящие от индивидуальных физико-механических и физико-химических особенностей печатных форм;
- внешние (изнашивающие) факторы, не связанные с самими формами, а определяющиеся принципиальными особенностями способа печатания, типом печатной машины и видом применяемых печатных материалов.

4.2. Подготовка материалов к печатанию

Бумага и краска являются основными материалами, определяющими важнейшие эксплуатационные и эстетические характеристики готовой печатной продукции. Именно поэтому технологически обоснованы и четко регламентированы процессы подготовки бумаги и краски к печатанию. Правильная подготовка бумаги и краски к использованию в производстве необходима для обеспечения эффективной, бесперебойной работы высокопроизводительного печатного оборудования.

Подготовка основных печатных материалов состоит в обеспечении полного соответствия их друг другу, а также назначению и характеру полиграфического оформления продукции, типу применяемого печатного оборудования и климатическим условиям окружающей среды.

Процессы подготовки бумаги и краски к печатанию в условиях типографии могут быть представлены тремя основными этапами:

входной контроль материалов;

предварительная (допечатная) корректировка печатно-технических свойств материалов (в основном краски) в соответствии с конкретными особенностями их применения;

контроль и оперативное регулирование печатно-технических свойств (в первую очередь краски) в процессе печатания тиража.

При подготовке материалов к использованию в производственном процессе учитываются условия их транспортировки и хранения.

Входной контроль материалов сводится к проверке размерных параметров, количества (или массы) поступающих материалов, а также состояния упаковки материалов, измеряется влажность бумаги.

4.2.1. Подготовка бумаги к печатанию

Операция подготовки бумаги по своему назначению и содержанию является общей для всех основных способов печатания, особенности ее проведения определяются в первую очередь типом печатной машины с точки зрения бумаги, которую она использует – листовую или рулонную.

Подготовка листовой бумаги к печатанию проводится, как правило, в помещении операционного бумажного склада и состоит из следующих операций:

1) нарезки бумаги на нужный формат (если формат поступившей бумаги не соответствует формату печатания);

2) подрезки кромок бумаги с выверкой и фиксацией «верного» угла, равного 90° и образуемого продольным и поперечным краями листа, по которым будет производиться выравнивание листа при подаче его в печатные секции, при разрезке после запечатывания на нужные доли и при фальцовке в тетради;

3) подсчета бумаги и ее укладки в стеллажи.

На этой стадии подготовки бумаги лаборатория предприятия проверяет ее влагосодержание с целью определения соответствия его стандартным нормам и сравнения этого показателя с величиной равновесной влажности бумаги по отношению к действительным климатическим условиям печатного цеха. Кроме того, при необходимости может проводиться оценка таких показателей бумаги, как состав по волокну, масса, плотность, толщина, зольность, анизотропия (различие свойств листа в машинном и поперечном направлениях), неоднородность лицевой и сеточной сторон, рН (показатель, имеющий особую важность для офсетной печати) и т. д. К числу контролируемых показателей относятся также прочностные (механические) свойства бумаги: прочность на разрыв, сопротивление надрыву, раздиранию, продавливанию и излому, упругость и сжимаемость, пылимость, когезионная и физико-химическая прочность поверхностного слоя бумаги.

Эпизодической или постоянной проверке должны подвергаться также свойства бумаги, которые преимущественно проявляются при непосредственном взаимодействии ее с печатной краской на различных стадиях процесса получения оттиска: гладкость, степень проклейки, впитывающая способность, устойчивость бумаги к воздействию увлажняющего раствора, ее прозрачность и светопроницаемость, белизна и глянецвитость, наличие абразивных частиц. Проверка свойств бумаги проводится по регламентированной методике согласно стандартам ISO.

Подготовка рулонной бумаги, кроме приведенных выше лабораторных исследований, заключается также в освобождении рулонов бумаги от упаковки (амбалажа), внешнем осмотре их и удалении испорченных слоев (срыва), наличие которых как раз и будет свидетельствовать о нарушениях, сопровождающих процессы перевозки, внутризаводской транспортировки и хранения бумаги. К числу серьезных дефектов рулонной бумаги относится нецилиндричность фор-

мы рулона, которая, наряду с неправильными транспортировкой и хранением, может быть вызвана отклонениями в толщине бумажного полотна и неравномерной его намоткой. Этот дефект приводит к значительным изменениям усилия натяжения бумаги при прохождении ее через печатную машину, проблемам приводки оттиска.

Акклиматизация бумаги – это технологическая операция, в результате которой температура и влажность бумаги приводятся в равновесное состояние с температурой и влажностью воздуха в помещении печатного цеха. Отсутствие такого равновесия влечет за собой изменение размеров, нарушение плоскостности бумажного листа (коробление краев, волнистость), а также ряд других дефектов и осложнений, вызывающих появление брака в процессе печатания тиража. Особое значение имеет акклиматизация бумаги для офсетной печати, что обусловлено наличием в данной технологии печати дополнительного дестабилизирующего фактора – увлажняющего раствора. Однако в ряде случаев акклиматизация бумаги проводится и в глубокой, и в высокой печати, особенно при выполнении сложных многокрасочных работ.

Можно выделить следующие цели акклиматизации бумаги:

1) устранение внутренних напряжений, возникающих в бумаге при ее изготовлении, транспортировке и хранении в упакованном состоянии. Именно наличие в бумаге внутренних напряжений, некоторого запаса энергии является потенциальным источником деформационных изменений бумаги и нежелательных технологических осложнений, прежде всего — несовмещения красок при многокрасочном печатании в несколько прогонов;

2) обеспечение размерной и деформационной стабильности бумаги во время печатания, исключающей восприятие или потерю бумагой некоторого количества влаги, которые могут вызвать ухудшение ее печатно-технических свойств;

3) уменьшение вероятности возникновения на поверхности бумаги зарядов статического электричества, делающих практически невозможным нормальный печатный процесс без применения нейтрализующих устройств.

В соответствии с действующими технологическими инструкциями акклиматизация бумаги проводится в обязательном порядке в тех случаях, когда перепад относительной влажности бумаги в стопе и воздуха в помещении цеха превышает $\pm 10\%$ или перепад относительной влажности воздуха внутри стопы бумаги больше $\pm 5\%$.

Акклиматизацию листовой бумаги проводят либо в атмосфере печатного цеха при условии достаточно интенсивной циркуляции воздуха путем завешивания пачек листов бумаги на 1 – 2 ч в зажимы транспортера, перемещающегося в верхней зоне помещения, либо в изолированных от печатного цеха камерах кондиционирования, в которых автоматически поддерживаются заданные температурно-влажностный режим и кратность воздухообмена.

Рулонная бумага при значительных перепадах влажности выдерживается в течение определенного времени (от нескольких часов до нескольких суток) в помещении печатного цеха.

4.2.2. Подготовка краски к печатанию

Целью подготовки красок для всех способов печатания является придание им необходимых колористических и печатно-технических свойств в соответствии с видом, характером, назначением и сроком службы печатаемой продукции, особенностями применяемой бумаги и оборудования, на котором производится печатание.

Перечень контролируемых параметров, способы подготовки и применяемые при этом вспомогательные средства и материалы, используемые при подготовке краски для различных способов печатания, неодинаковы, что обусловлено, прежде всего, структурно-реологическими особенностями самих красок.

Особенности подготовки *вязких* красок высокой и офсетной печати:

Подбор краски, наиболее отвечающей колористическим характеристикам воспроизводимого оригинала по цвету и оттенку (при отсутствии соответствующих красок непосредственно в типографии с помощью лабораторного краскосмесительного и краскотерочного оборудования в нужных количествах затираются составные, или смешанные, краски).

Проверка важнейших печатно-технических свойств отобранных из стандартного ассортимента или подготовленных в колористическом отделении комплектов красок:

оценка свойств краски в массе (степень перетира, вязкость (текучесть), липкость, склонность к пылению, вероятность отверждения на валиках печатной машины, тиксотропия, красящая сила);

оценка свойств краски, проявляемых ею при взаимодействии с печатной формой и запечатываемым материалом (определение коэффициента краскопереноса, особенностей восприятия краски печатной формой и запечатываемым материалом, выщипывания используемой краской тиражной печатной бумаги, скорости закрепления краски на оттиске, вероятности возникновения отмарывания краски и пробивания бумаги, оптической плотности, цветового тона, насыщенности и яркости (светлоты), кроющей способности и прозрачности красок отобранного комплекта, глянцеvitости и светостойкости оттиска, а также его четкости и равномерности);

проверка прочностных характеристик красочного слоя оттиска – прочности к истиранию, устойчивости к воде и различным химическим воздействиям, а также к лакированию;

корректировка печатно-технических свойств красок с учетом результатов испытаний путем применения вспомогательных средств различного назначения: сиккативов, специальных паст, маловязких связующих или отдельных их компонентов в качестве разбавителей, а также добавок, предотвращающих пыление.

Свойствами красок высокой и офсетной печати, наиболее часто требующими корректировки в процессе печатания тиража, являются липкость и вязкость. Изменение этих свойств во времени может быть обусловлено не только (и не столько) особенностями взаимодействия краски и запечатываемого материала, сколько воздействием внешних факторов, в частности режимных параметров печатного процесса (и прежде всего скорости и технологически необходимой толщины слоя краски на оттиске), а также условий закрепления краски на оттиске непосредственно в печатной машине. Изменение липкости краски после испарения растворителя может приводить к разрыву бумажного полотна при внезапной остановке печатной машины и ее запуске, прилипанию бумаги к декелю передаточного цилиндра, непредсказуемому изменению натяжения бумажного полотна, также увеличивающему риск его обрыва, и к затруднениям, связанным с обработкой запечатанного бумажного полотна в фальцевально-режущем устройстве.

Подготовка *маловязких* красок глубокой и флексографской печати в целом повторяет выполнение всех вышеперечисленных операций, т.е. их подбора, проверки и корректировки печатно-технических свойств, но имеет некоторые отличия.

Перечень исследуемых печатно-технических свойств и параметров маловязких красок (в том числе проявляющихся и при взаимодействии их с запечатываемым материалом) несколько ограничен по сравнению с вязкими красками. Это вызвано как с отмечавшимися ранее особенностями состава и структурно-механических свойств самих красок, так и с практически полным отсутствием серийно изготавливаемых пробопечатных устройств для глубокой и особенно флексографской печати.

Обязательной проверке в лаборатории подлежат такие характеристики маловязких красок, как:

степень перетира, содержание загрязняющих примесей, плотность, условная вязкость, склонность к седиментации;

характер воздействия растворителей флексографских красок на резиновые и фотополимерные печатные формы;

склонность красок глубокой печати к сошлифовыванию и абразивному истиранию металлических формных цилиндров;

продолжительность закрепления краски на оттиске;

прочность сцепления сухого остатка краски с подложкой;

склонность оттисков к слипанию (особенно при печатании на высокоплотных, слабо впитывающих краску материалах);

градационные и цветовые показатели отпечатков и их глянецвитость.

Объектами измерения во всех этих случаях служат, как правило, пробные оттиски, изготавливаемые перед началом печатания тиража на пробопечатных или тиражных машинах.

Краски для глубокой печати поставляются на предприятия в концентрированном виде, что вызвано уменьшением количества испаряющегося растворителя. При этом вязкость концентрата примерно в 1,5 раза превышает величину, которая должна характеризовать краску, непосредственно используемую в печатной машине. Доведение вязкости краски до заданного значения путем добавления к ней нужного количества соответствующего летучего растворителя и тщательного ее перемешивания является первой из выполняемых в типографии подготовительных операций.

Номенклатура корректирующих добавок, используемых при подготовке красок глубокой печати, весьма ограничена и включает:

разбавители,

загустители,
пеногасители,

ослабители, вводимые в краски для уменьшения их интенсивности при сохранении неизменными показателей вязкотекучести.

Подготовленная краска в целях очистки от загрязнений, твердых частиц и других вредоносных примесей фильтруется непосредственно в красочный резервуар через мелкоячеистую (до 5000 ячеек на 1 см²) капроновую или металлическую сетку и снова перемешивается в нем. Непосредственно перед началом печатания тиража вязкость краски снова проверяется и при необходимости регулируется.

5. ОБЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕЧАТНОГО АППАРАТА

5.1. Характеристика основных частей печатного аппарата

Назначение печатного аппарата – выполнение операции печатания и проводки бумаги через зону печатного контакта под давлением.

В зависимости от технологии печати конструктивно печатные устройства могут состоять из нижеследующих элементов.

1. Печатный аппарат (рис. 35):

ротационные машины – формный цилиндр (ФЦ), офсетный цилиндр (ОЦ), печатный цилиндр (ПЦ);

плоскопечатные машины – печатный цилиндр, талер;

тигельные машины – тигель, талер.

2. Механизм привода печатного аппарата.

3. Механизм натиска печатного аппарата (с помощью которого создается включение, выключение, регулирование давления в зоне печатного контакта).

Печатные цилиндры являются опорными в конструкции печатного аппарата. В машинах высокой печати печатные цилиндры имеют декель толщиной 2-4,5 мм и устройство для его закрепления. В машинах офсетной печати печатный цилиндр не имеет декеля. В машинах глубокой печати печатные цилиндры сплошные с обрешиненной поверхностью из резины или полиуретана толщиной 6-20 мм. При работе печатные цилиндры машин глубокой печати сильно нагреваются, поэтому их делают полыми со специальной системой охлаждения.

Офсетные цилиндры – служат промежуточным звеном для переноса изображения с печатной формы на запечатываемый материал. Поверхность офсетного цилиндра обтягивается декелем, который натягивается специальным храповым или червячным механизмом.

Формные цилиндры – служат для установки форм и имеют приспособления для их закрепления и проводки (в машинах глубокой печати формные цилиндры съемные).

Зона печатного контакта образуется между соответствующими рабочими органами печатного аппарата (в зависимости от способа печати: между печатным и офсетным цилиндрами или между печатным и формным цилиндрами).

К вспомогательным устройствам и механизмам печатных машин относятся: устройства для охлаждения цилиндров и валиков, устройства для борьбы с пылением краски, смывочные устройства, блокирующие устройства, механизм натиска, устройство для привода бумаги в зону печатного контакта, механизм выравнивания листа, листоускоряющие механизмы, контрольно-блокирующие устройства, устройства контроля толщины листов, разглаживающие и прижимные устройства, система термостатирования, пульт управления, отображающий дисплей.

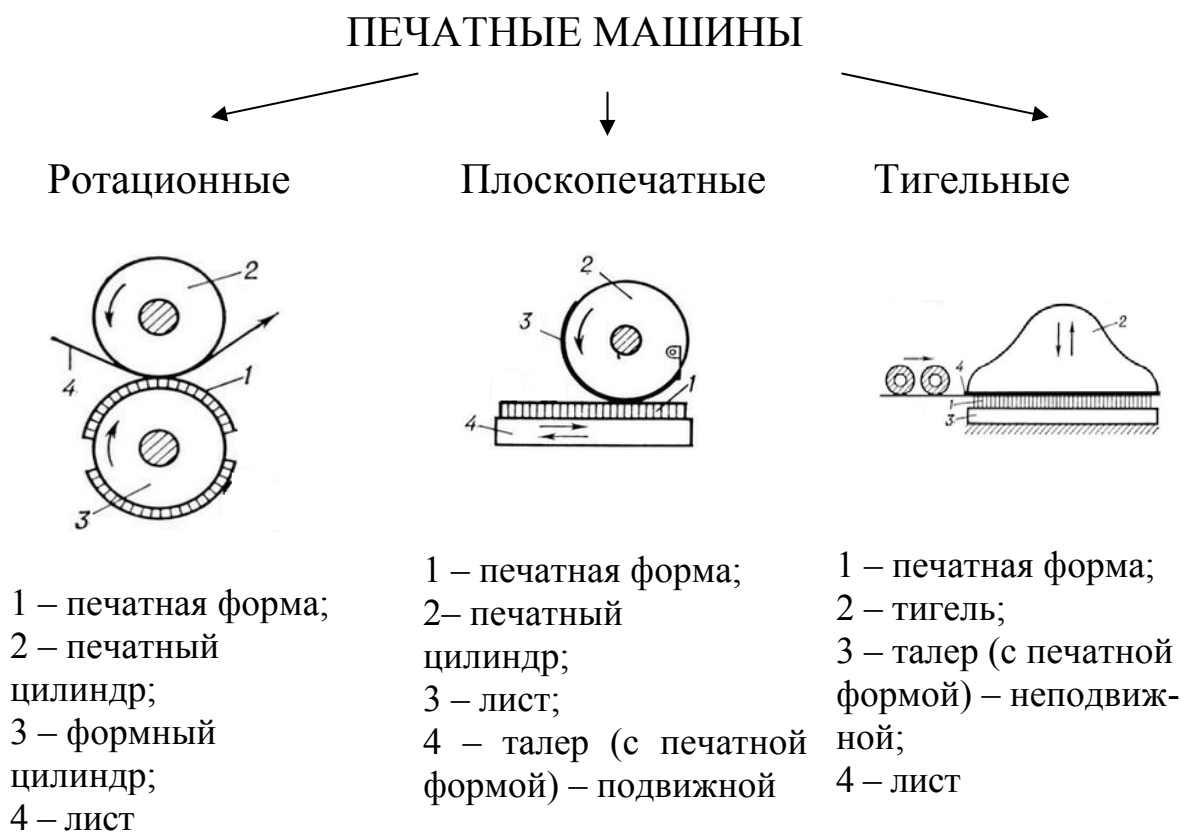


Рис. 35. Схемы печатных аппаратов

В зависимости от формата запечатываемого материала различают печатные машины:

малого формата – до 54x75 см;

среднего формата – до 70x92 см;

большого формата – до 84x108 см и выше.

По числу запечатанных за один прогон сторон печатные машины подразделяются на следующие типы:

с односторонней печатью;

двухсторонней печатью.

По числу краскооттисков, наносимых за один прогон, печатные различают машины:

- однокрасочные;
- двухкрасочные;
- четырёхкрасочные;
- многокрасочные.

5.2. Схемы построения печатных аппаратов

Прямой способ печати характеризуется отсутствием промежуточного (офсетного) цилиндра в конструкции печатного аппарата (рис. 36), при этом печать в две краски осуществляется в печатном аппарате планетарного типа (рис. 36,б) с одним печатным цилиндром, двумя формными цилиндрами и двумя красочными аппаратами (КА).

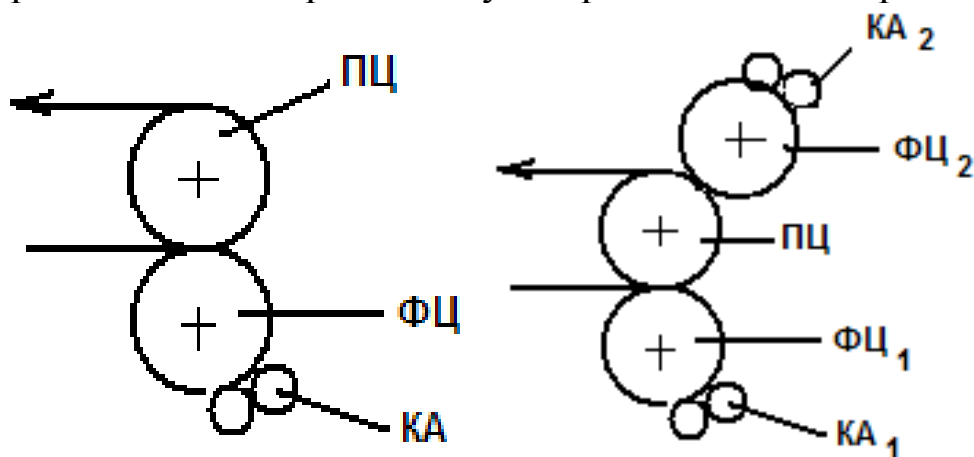


Рис. 36. Схема прямого способа печати (высокая печать):
а – печать в одну краску; б – печать в две краски

В машинах глубокой печати печатный аппарат состоит из формного и печатного цилиндров (рис. 37).

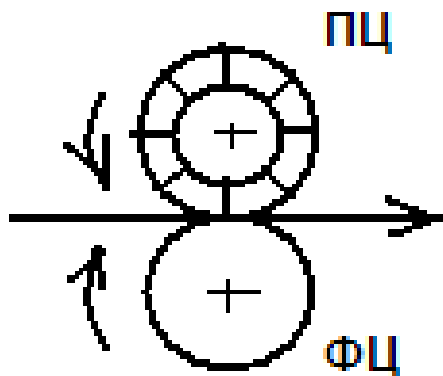


Рис. 37. Печатный аппарат глубокой печати

Печатный цилиндр облицован снаружи слоем резины. Диаметр печатного цилиндра составляет 0,3-0,9 диаметра формного цилиндра с целью уменьшения его массы и удобства замены при выходе из строя резиновой оболочки.

Поскольку диаметр печатного цилиндра меньше диаметра формного цилиндра, то для исключения деформации при печати и обеспечения жесткости конструкции (во избежание прогиба), над печатным цилиндром устанавливается один или два прессовых цилиндра (Пр) (рис. 38). Печатные цилиндры служат опорной поверхностью.

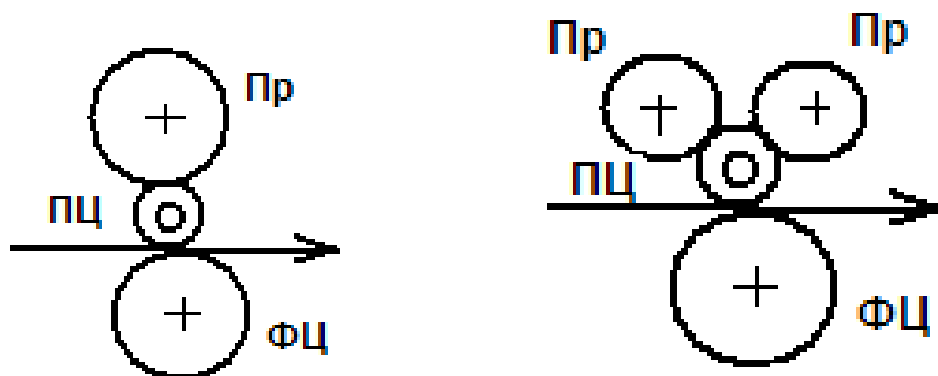


Рис. 38. Расположение прессовых цилиндров

Косвенный способ печати реализуется в печатном аппарате с промежуточным (офсетным) цилиндром, при этом возможны разнообразные схемы построения печатных аппаратов в зависимости от красочности печати (рис. 39). Красочности печати соответствует число красочных и увлажняющих аппаратов (УА) в печатной машине.

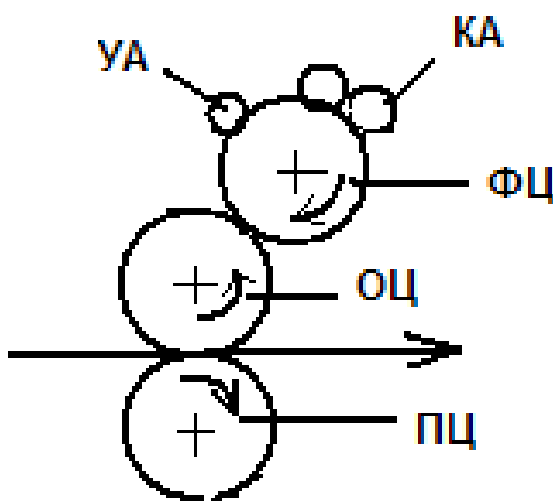


Рис. 39. Печать в одну краску с одной стороны

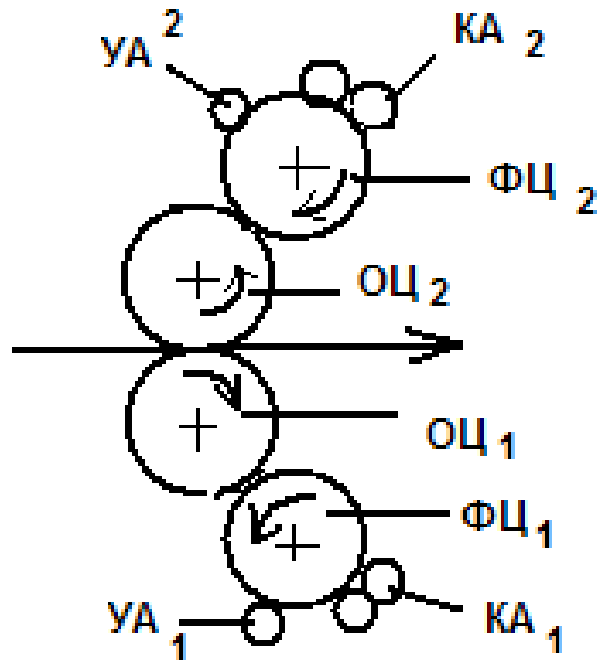


Рис. 40. Печать в одну краску одновременно с двух сторон

Четырехцилиндровый печатный аппарат (рис. 40) более компактен по сравнению с двухсекционным трехцилиндровым, но требует большей точности изготовления и установки цилиндров, привода и резинотканевых пластин.

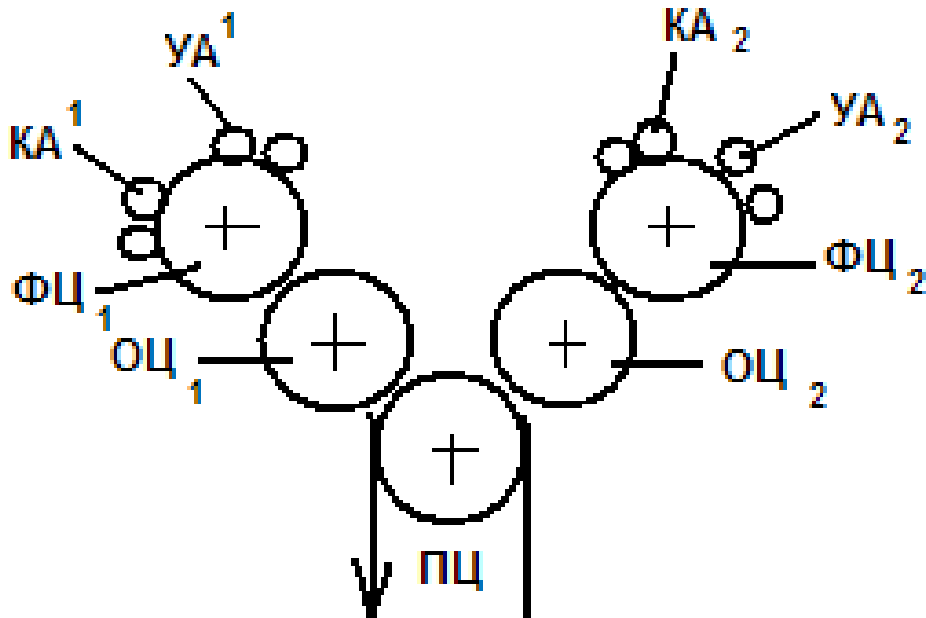


Рис. 41. Печать в две краски с одной стороны

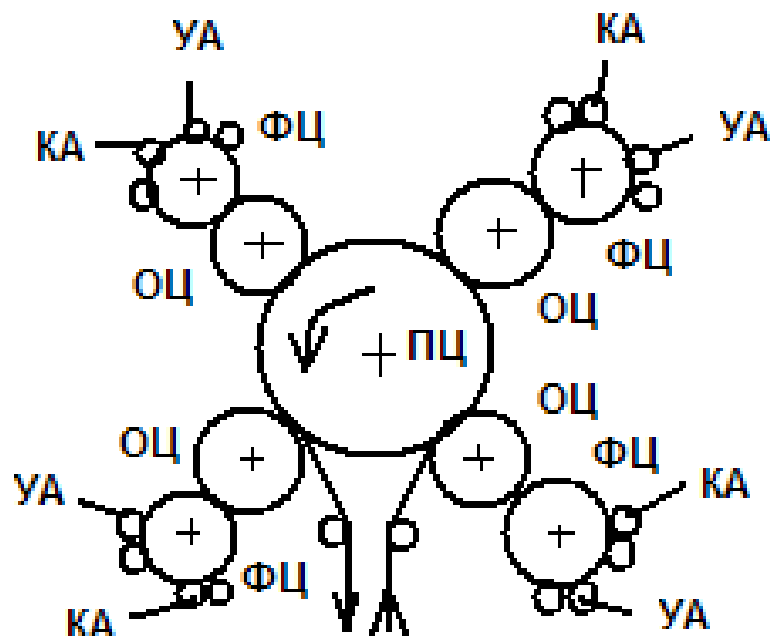


Рис. 42. Печать в четыре краски с одной стороны

Пятицилиндровый печатный аппарат (рис. 41) отличается повышенной точностью совмещения красок при печати. Печать в четыре краски в печатном аппарате планетарного построения (рис. 42) позволяет обеспечить высокую точность совмещения, однако данная конструкция громоздка и менее удобна в обслуживании по сравнению с печатными машинами партерного типа секционного построения.

5.3. Установка декеля

Очень важным фактором контактного печатного процесса является давление. Применение косвенного переноса с помощью офсетного цилиндра позволило снизить давление до 5-7 кгс/см² в I зоне (при переносе краски с формы на офсетный цилиндр) и до 7-10 кгс/см² во II зоне (с офсетного цилиндра на бумагу).

Учитывая двоякую функцию декельной покрышки офсетного цилиндра (создавать необходимое давление и переносить краску), к офсетной резиноктаневой пластине (ОРТП), затягивающей офсетный цилиндр, предъявляется целый комплекс требований:

- хорошо воспринимать и отдавать печатную краску, обеспечивая $K_{пер}$ не менее 70%;
- иметь высокую разрешающую способность и хорошую сомкнутую поверхность;

- не набухать в краске и в смывочных веществах;
- обеспечивать нужное и равномерное давление печатания;
- иметь равномерную толщину;
- компенсировать все неточности в зоне контакта;
- давать минимальное растискивание красочного слоя (для высококачественной печати не более 10%);
- обладать высокой тиражестойкостью (10-20 млн. оттисков).

Современные ОРТП в основном удовлетворяют этим требованиям. ОРТП представляет из себя многослойную конструкцию (см. рис. 43).

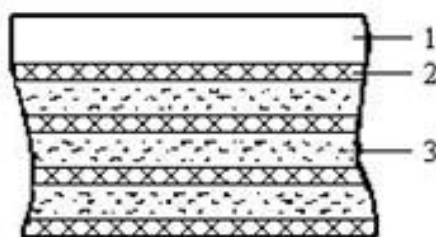


Рис. 43. Строение офсетной резиноканевой пластины:

- 1 – резиновый печатный слой; 2 – текстильный слой;
3 – промежуточный резиновый слой

При этом один из промежуточных слоёв может быть пористым с замкнутыми порами (компрессионный слой). ОРТП с компрессионным слоем особенно необходимы при печати на материалах с большими отклонениями по толщине, а также на изношенном печатном оборудовании.

ОРТП выпускают различной толщиной (от 1,25 до $1,98 \pm 0,02$ мм) с твёрдостью по Шору от 30-50 единиц до 70-80 единиц. Сейчас в основном используются ОРТП повышенной плотности (78 ± 5 единиц). Но лучше оценивать деформационные свойства ОРТП по деформации при сжатии, как это указывалось ранее. Удлинение при натяжении ОРТП не должно быть более 1-2%.

Особые требования предъявляются к развитости поверхности ОРТП. Оптимальной считается шероховатость в пределах 0,5-0,8 мкм при минимально воспроизводимой точке в 4-5 мкм. При такой шероховатости обеспечивается большой краскоперенос.

В случае необходимости повышения разрешающей способности печати могут быть использованы и высокогладкие ОРТП.

Хранить ОРТП следует в темноте при нормальных климатических условиях, складывая их резина к резине. При закреплении на офсетном цилиндре следует соблюдать долевое направление ОРТП и усилие затяжки в пределах 20-25 кгс/см. При смене ОРТП нужна 2-3-кратная обкатка и подзатяжка. При длительных остановках рекомендуется для отдыха ослаблять затяжку.

Декель офсетного цилиндра может состоять из одной ОРТП или иметь какой-то поддекельный материал, регулирующий толщину декеля и его деформационные свойства. Для этого выпускаются специальные поддекельные материалы: отечественный Пд, калиброванные материалы фирмы Маркс (полимерные плёнки разной толщины от 0,01 до 0,5 мм) и др. Кроме того, используются полимерные плёнки типа астролона, а также, например, кирза на газетных машинах и т.д.

Офсетные цилиндры обтягиваются крышкой (декелем), которая может состоять из одной – двух резинотканевых пластин или из резинотканевых пластин и подложки. Офсетный цилиндр по окружности делится на рабочую часть и выемку. В выемках размещаются устройства для закрепления формы, декеля и захваты, предназначенные для проводки листа через зону печатного контакта (рис. 44).

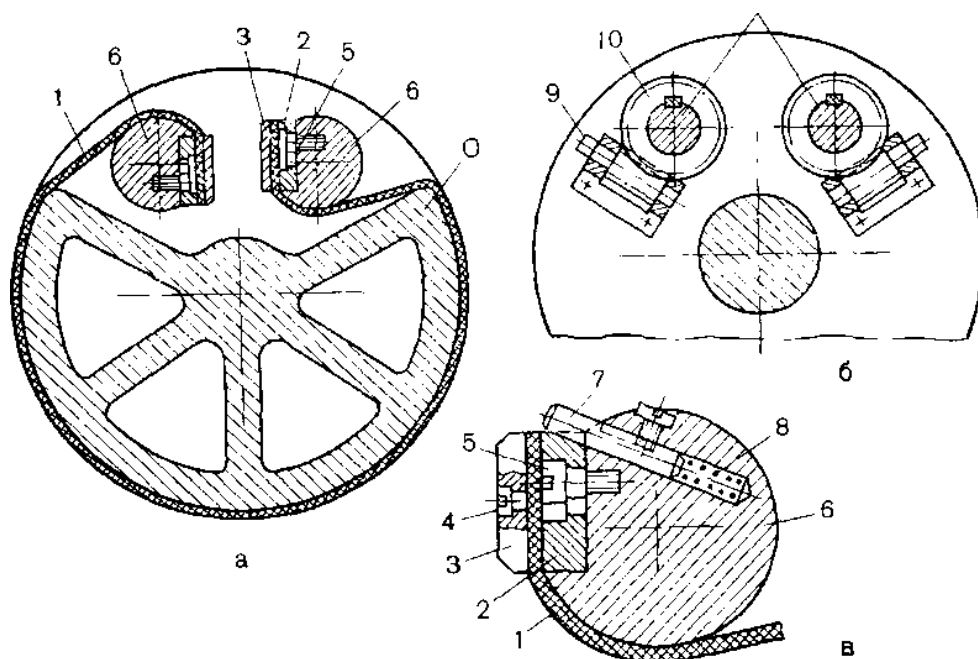


Рис. 44. Поперечные сечения офсетного цилиндра

Офсетную пластину 1 (рис. 44) перед установкой обрезают по размеру и закрепляют вне машины между планками 2, 3 винтами 4.

Затем планки вместе с пластиной надевают специальными отверстиями на винты 5 валиков 6, расположенных в выемках офсетного цилиндра О. Штифты 7 под действием пружины 8 входят в пазы планки 2. Вращая ключом червяки 9, расположенные на торцах офсетного цилиндра, через червячные колеса 10, жестко связанные с валиками 6, наматывают на валики офсетную пластину и, натягивая ее, плотно прижимают к поверхности цилиндра. Так как новая офсетная пластина на цилиндре вытягивается, то после ее установки пропускают через машину под натиском 200 – 300 макулатурных листов; в результате крышка спрессовывается, после чего машину останавливают и подтягивают крышку.

5.4. Общая техническая схема подготовки печатных машин к печатанию тиража

В контактных способах печатания необходимым условием является наличие печатной формы, поэтому необходима установка печатной формы в машину. Она может устанавливаться вручную и автоматически. Некоторые современные офсетные печатные машины имеют устройства автоматической смены и правильного расположения формных пластин (система Autoplate). Также следует отметить, что офсетная печатная форма может изготавливаться непосредственно в печатной машине – данную функцию реализует система St-Press.

Подготовка бумагоподающей системы (самонакладов для листовой или бумагопроводящей системы для рулонных печатных машин) также нужна в разных способах печатания.

Установка формы и настройка подачи бумаги должны быть проведены так, чтобы обеспечить правильное расположение всех печатных элементов относительно друг друга и краев бумаги, т.е. приводку. На многокрасочных машинах в первой секции обеспечивается приводка «по листу», а в остальных – совмещение красок (при совмещении приводочных крестов после нанесения всех красок кресты должны быть чёрными).

В процессе подготовки печатного аппарата производится установка декеля и регулировка давления во всех зонах печатного контакта. Именно регулировку давления называют приправкой или приладкой.

Учитывая вышесказанное, обобщённая технологическая схема подготовки печатного процесса состоит из следующих операций:

подготовка бумаги;
подготовка краски;
смена печатной формы с предварительной приводкой;
подготовка печатного аппарата. Приправка или приладка (регулировка давления);
зарядка и настройка бумагоподающей и бумагопроводящей систем;
настройка увлажняющего и красочного аппаратов;
пробная печать и окончательная регулировка всех систем;
подпись к печати (создание эталонного оттиска);
настройка систем автоматического контроля и регулирования печатного процесса;
печать тиража.

Каждый способ печати и вид печатного оборудования вносит свои коррективы в эту схему, особенно в конкретное выполнение каждой операции.

5.5. Методы контроля печатного процесса

Весь процесс печатания можно условно разделить на два основных этапа:

1) Подготовительные операции:

выполняемые вне печатной машины – подготовка бумаги, краски, увлажняющего раствора, подготовка печатной формы (контролируются геометрические параметры бумаги, печатно-технические свойства материалов);

ручные операции, выполняемые в машине – юстировка (приладка валиков красочного и увлажняющего аппаратов – валики должны одинаково прижиматься к цилиндру), установка декеля, установка защитной рубашки на печатный цилиндр, установка формы на формный цилиндр, зарядка краски в красочный ящик (проводится контроль работ с помощью измерительного инструмента и по контрольным оттискам при печати);

предварительная задача условий работы узлов и механизмов машины на встроенном компьютере – установка формата бумаги, установка толщины бумаги, давления накатных валиков, общей подачи краски;

операции, выполняемые в процессе приладки – получение контрольных оттисков на каждую секцию, приводка, получение заданной

оптической плотности, растискивания и треппинга (денситометрический контроль печати по контрольным оттискам, контроль по шкалам).

2) Печать.

Работа печатной машины должна быть стабильной и идти в тех режимах, которые определены технологическими требованиями. Соответственно работа печатной машины контролируется поэтапно.

Первый этап – тестирование работы машины до печати тиража: проверка всех регулировок, отладка самой машины как механической системы, отладка технологического процесса с использованием тестовых печатных форм.

Второй этап – контроль в процессе печатания тиража, при этом критерием качества печатного процесса является качественный печатный оттиск.

Единственный верный путь обеспечения качественного печатного процесса – стандартизация процесса оценки качества работы исполнителей (печатника) и параметров технологического процесса.

6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРАСОЧНЫХ АППАРАТОВ ПЕЧАТНЫХ МАШИН

6.1. Основные элементы красочных аппаратов

Основной задачей любой красочной системы печатных машин для способов печатания с использованием печатной формы является дозированная подача краски с нужными свойствами на печатные элементы формы, раскат и нанесение краски на печатную форму равномерным по толщине слоем.

Особенности переноса и нанесения краски на печатную форму зависят от способа печати:

в глубокой печати краской на форме заполняются печатные элементы разной глубины;

в высокой печати необходимо нанести равномерный слой краски на печатные элементы, возвышающиеся над пробельными;

в офсетной печати необходимо нанести равномерный слой краски на печатные элементы, находящиеся на одном уровне с пробельными.

В глубокой печати дозирование обеспечивается самой глубиной печатных элементов при купании формного цилиндра в корыте с краской или при каскадном поливе формы краской. И требуется лишь снять печатную краску с пробельных элементов, что и осуществляет ракельный механизм.

Более сложной является красочная система в машинах высокой и плоской печати. Всю схему движения потока краски в этом случае можно разделить на следующие группы: питающую, раскатную и накатную.

Питающая группа осуществляет периодическую или непрерывную подачу необходимого количества краски в раскатную систему (рис. 45). Обычно краскопитающая группа дукторного типа состоит: из дукторного ножа 1; дукторного вала 2 и передаточного валика 3. Ёмкость, образованная дукторным ножом и дукторным валом, называется красочным ящиком, куда помещается печатная краска 4. Дукторный вал может иметь прерывистое движение и вращаться только при соприкосновении с передаточным валиком или иметь непрерывное вращение. Краска попадает на красочный валик в виде первоначальной полосы. Количество подаваемой краски может регулироваться путем изменения зазора между ножом и дукторным валиком 6 как по всей

длине ножа, так и по зонам местной регулировки (например, изгибая нож упирающимися винтами, расположенными по всей длине ножа с определённым шагом, или закрывая зазор в местах регулировки клиньями). Тем самым регулируется толщина подаваемого слоя краски. Количество подаваемой краски может также регулироваться изменением угла поворота дукторного вала или времени контакта и скорости его вращения. Тем самым регулируется ширина первоначальной полоски краски.

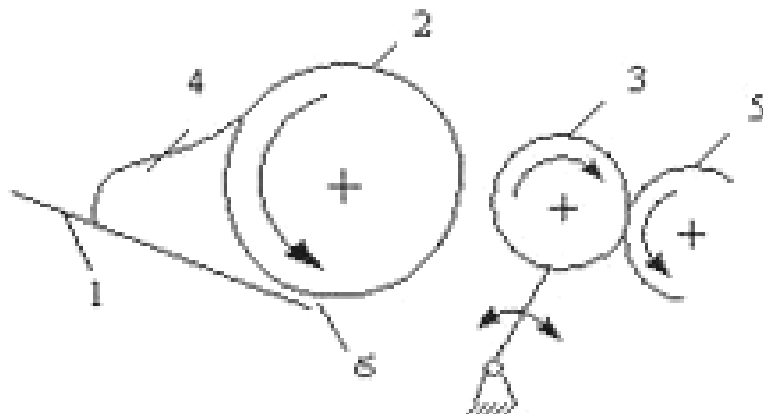


Рис. 45. Схема краскопитающей группы красочных аппаратов с прерывистым питанием: 1 – дукторный нож; 2 – дукторный вал; 3 – передаточный валик; 4 – печатная краска; 5 – валик раскатной системы; 6 – зазор для регулировки подачи краски

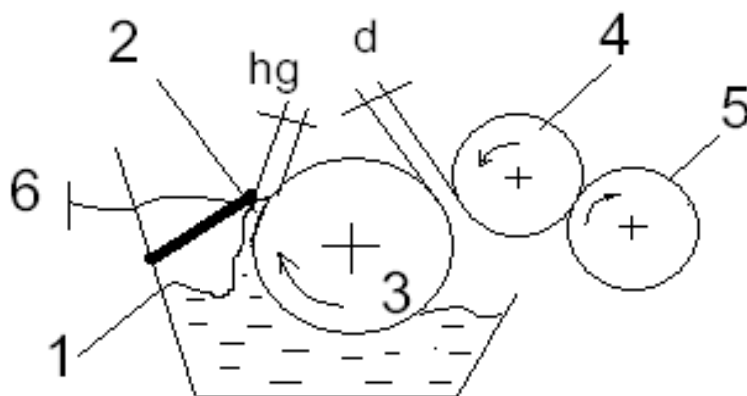


Рис. 46. Схема краскопитающей группы красочных аппаратов с непрерывным питанием: 1 – красочный ящик; 2 – красочный слой; 3 – дукторный цилиндр; 4 – передаточный валик (цилиндр) постоянно в контакте; 5 – первый раскатной валик; 6 – винтовой механизм, распределяющий подачу краски

На быстроходных машинах с непрерывным вращением дуктора (рис. 46) передаточный валик может иметь спиральные рёбра. Такие

красочные аппараты называют желобчатыми. При гладкой поверхности передаточного валика его скорость превышает скорость вращения дукторного вала, благодаря чему краска «вытягивается» в тонкую плёнку, и такие аппараты называют плёнковыми или плёночными.

Некоторые печатные машины (в основном газетные) имеют плунжерную насосную систему подачи краски (рис. 47) с отдельной подачей краски на несколько точек на поверхности раскатного приёмного цилиндра.

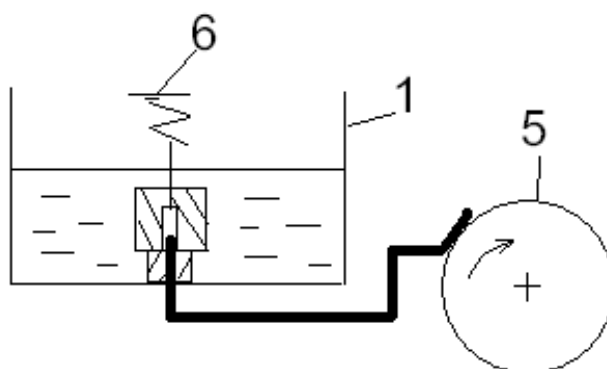


Рис. 47. Подача краски на 6-8 точек первого раскатного цилиндра для любой газетной полосы: 1 – красочный ящик; 5 – первый раскатной валик; 6 – винтовой механизм, распределяющий подачу краски

Раскатная группа служит для получения равномерного слоя краски, подаваемой в накатную систему, а также для уменьшения вязкости рабочего слоя краски. Для раската краски применяются раскатные металлические цилиндры и раскатные эластичные валики (резиновые или полиуретановые). Цилиндры и валики работают в непрерывном контакте. Раскатные цилиндры обычно имеют сложное принудительное движение и кроме вращения совершают ещё осевое перемещение (до 35 мм).

Краска поступает в раскатную группу в виде порций или потоков и образует рельефные полосы (рис. 48): из-за неравномерного распределения, проявления тяжей (нитей) вязкой краски в результате разрыва красочного слоя образуется новый рельеф. Для устранения таких неравномерностей применяется осевой раскат (растир) между соседними валиками и цилиндрами. С этой целью нескольким цилиндрам (2-6) сообщают осевое перемещение.

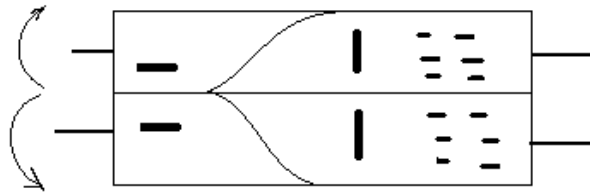


Рис. 48. Осевой раскат краски между цилиндрами в раскатной группе

Многokратное деформирование и расщепление красочного слоя между элементами раскатной системы обеспечивает получение равномерного слоя краски, передаваемой в накатную систему. Чем большее количество элементов в раскатной системе, тем более развитым считается красочный аппарат.

В процессе вращения валиков и цилиндров раскатной группы происходит транспортировка краски через контактную зону (рис. 49), при этом выполняется условие

$$h_1' + h_2' = h_1'' + h_2'', \text{ где } h_1' > h_2'; h_1'' < h_2''.$$

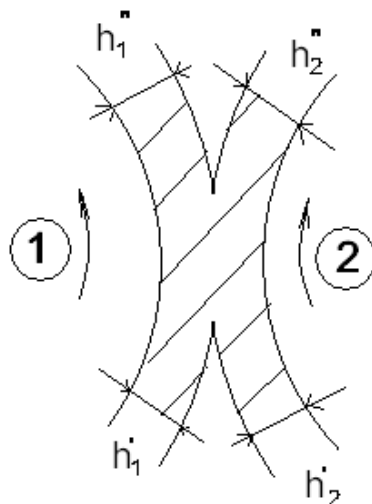


Рис. 49. Транспортировка краски через контактную зону в раскатной группе: h_1' и h_1'' – толщина слоя краски на валиках;

h_2' и h_2'' – толщина слоя краски на цилиндре соответственно до и после прохождения зоны контакта

Накатная группа осуществляет накат краски на печатные элементы формы. Она может иметь 2-4 накатных эластичных валика, которые вращаются только фрикционно (от трения). Крепятся они в специальных опорах-замках, которые позволяют регулировать силу прижатия валиков к печатной форме и отставляют их от формы при перерывах в работе печатной машины с тем, чтобы избежать появления ос-

таточной деформации на эластичных накатных валиках. Усилие прижима накатных валиков должно быть тщательно отрегулировано на минимально необходимом уровне, чтобы избежать преждевременного износа печатной формы. Проверка прижима осуществляется по линии контакта. С этой целью усилие прижима определяется с помощью пружинного динамометра со стрелочным индикатором (рис. 50).

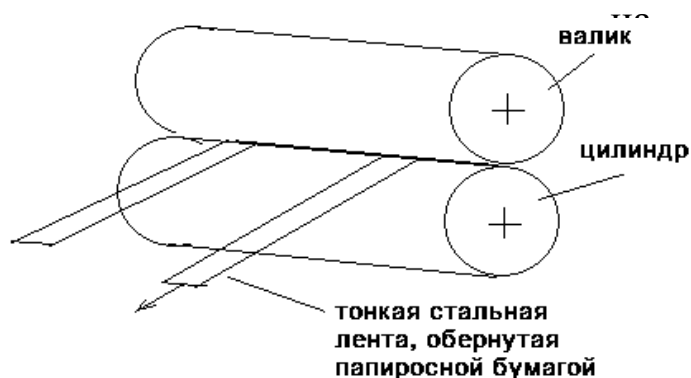


Рис. 50. Положение цилиндров в накатной группе

Прижим валиков к раскатным цилиндрам формы должен контролироваться:

- недостаточный прижим приведет к проскальзыванию или неполному контакту между ними,
- слишком сильный прижим может привести к выдавливанию краски из зоны контакта и образованию полос.

При настройке красочных аппаратов приходится встречаться с целым комплексом факторов, вызывающих неравномерность красочного слоя на печатных элементах формы, а именно: дискретность подачи краски, местные дефекты на транспортирующих поверхностях, неправильная форма валиков, неправильная их установка, натёки краски из-за прерывистого принудительного вращения некоторых цилиндров, увеличенная толщина краски в начале наката на форму, образование тяжёлых нитей при разрыве красочного слоя, образование замкнутых фигур на накатных валиках после снятия с них краски на печатные элементы формы.

Для обеспечения хорошего качества оттисков все эти неровности по возможности должны быть устранены. Для этого применяются более развитые красочные аппараты, добавляется осевой раскат, делают диаметры контактирующих валиков и цилиндров различными и некратными, проверяют правильность формы и отсутствие местных

дефектов на эластичных валиках и заменяют их по мере износа, тщательно регулируют равномерность и усилие прижима во всех зонах контакта. Считается, что усилие прижима должно быть около 1 кгс/см контакта. При этом в первых зонах раската усилие может быть больше, а при накате на форму только минимально необходимым для переноса краски.

Во многих современных печатных машинах имеется автоматическая настройка красочных аппаратов по заранее сделанной программе в результате сканирования печатной формы, т.е. в соответствии с относительной площадью печатных элементов в каждой зоне настройки красочного аппарата.

При запуске тиража в течение первых 30-40 циклов происходит установление баланса красочных потоков (рис. 51).

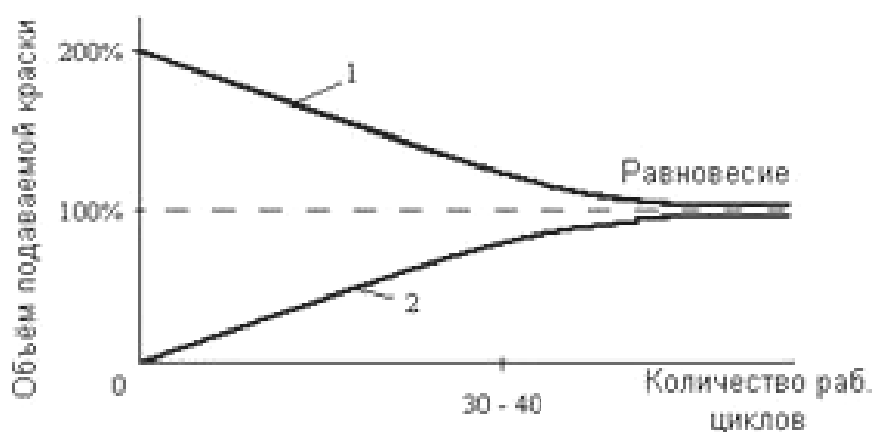


Рис. 51. Настройка красочных аппаратов: 1 – подаваемая краска; 2 – краска, выводимая с оттиском

Системы автоматического регулирования подачи краски должны сохранять этот баланс для обеспечения идентичности оттисков на протяжении всего тиража.

6.2. Типы красочных аппаратов

Таким образом, в соответствии со свойствами красок, используемых в разных способах печати, красочные аппараты печатных машин разделяют на следующие типы:

красочные аппараты для вязких красок (красочные аппараты печатных машин высокой и офсетной печати, в том числе в красочных аппаратах листовых офсетных печатных машин используются более вязкие краски, чем в офсетных ротационных машинах);

красочные аппараты для маловязких красок (красочные аппараты печатных машин глубокой печати).

6.2.1. Красочные аппараты для вязких красок

Красочный аппарат офсетной печати состоит из разветвленной системы раскатных и накатных валиков и цилиндров, основная задача которых выровнять красочный слой (рис. 52).

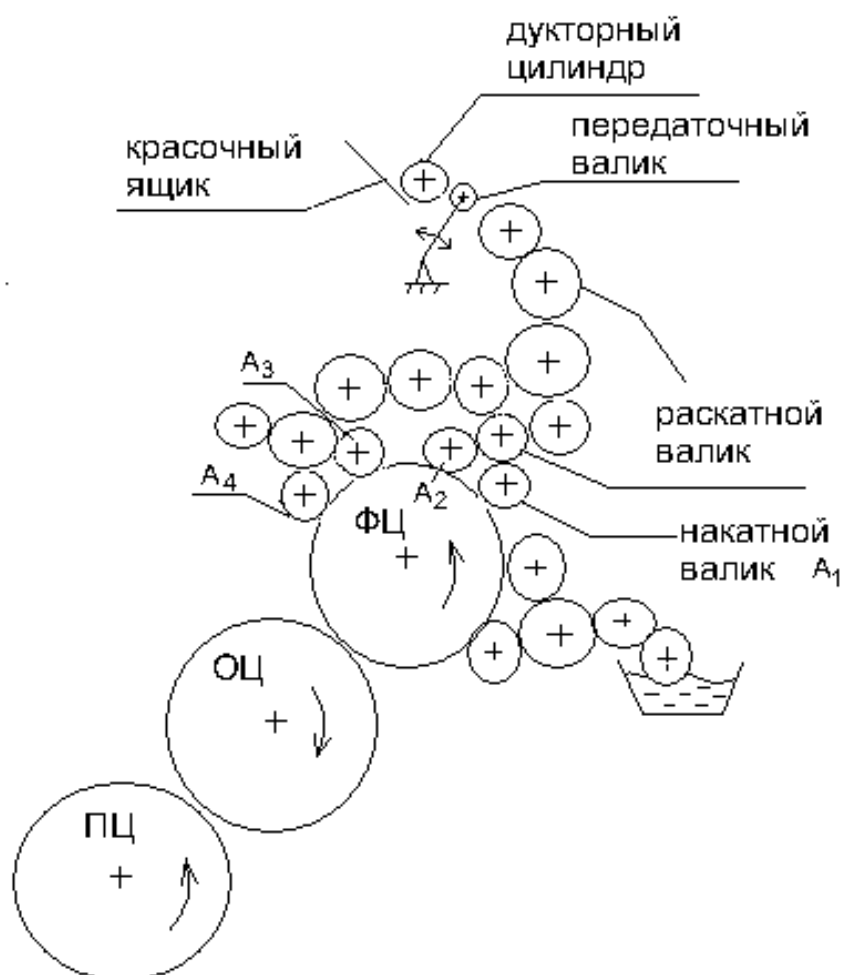


Рис. 52. Схема красочного аппарата листовой офсетной машины

На рис. 52 показана конструкция красочного аппарата, основанная на принципе переноса основного потока краски на форму посредством первых накатных валиков A_1 и A_2 . Валики A_3 и A_4 переносят на форму лишь небольшое количество краски и выполняют функцию «утюга». Согласно расчетным и экспериментальным данным толщина красочного слоя, переносимого разными накатными валиками, составляет от общей толщины красочного слоя

$A_1=45\%$; $A_2=38\%$; $A_3=10\%$; $A_4=7\%$,
где суммарный слой краски оставляет 100%.

В результате применения нескольких накатных валиков колебания толщины красочного слоя на воспринимающей краску поверхности уменьшается и лучше качество краскопереноса.

Для газетных печатных машин применяются так называемые короткие красочные аппараты, т.к. требования к качеству оттисков в газетной печати ниже, чем в иллюстрационной. Эти короткие красочные аппараты имеют более простое строение (рис. 53).

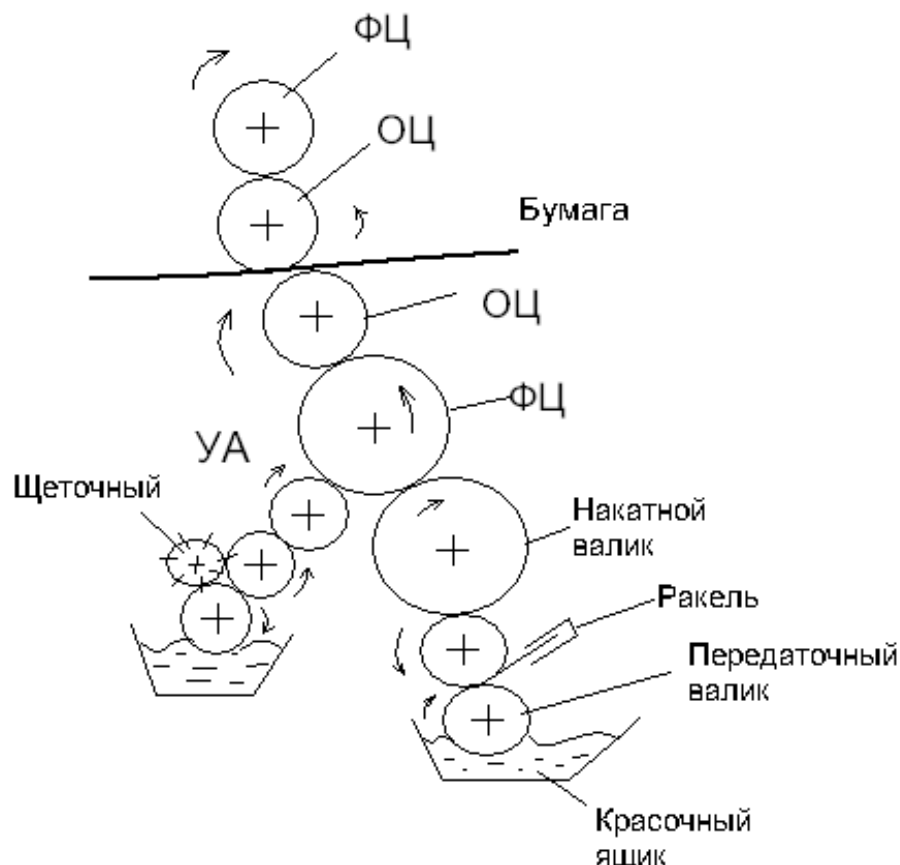


Рис. 53. Схема принципа работы накатной и раскатной групп короткого красочного аппарата

Преимущества данной конструкции:

- 1) из-за отсутствия разветвленной раскатной группы красочный аппарат быстро приходит в состояние равновесия (буквально за несколько оборотов);
- 2) нет зональной регулировки подачи краски.

Недостатки такого построения красочного аппарата:

- 1) требуются краски более низкой вязкости, чем в обычных красочных аппаратах офсетной печати, что ведет к растискиванию при печати;

2) часть увлажняющего раствора по короткому пути попадает в красочный ящик, что ведет к изменению оптической плотности при печати.

Красочные аппараты для рулонного офсета отличаются от красочных аппаратов листового офсета в связи с различиями в скорости печатания и качестве печати (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение красочных аппаратов листовой и рулонной офсетной печати

Характеристика	Листовая печать	Рулонная печать
Скорость движения запечатываемого материала	5 м/с	15 м/с
Бумага	Высокого качества	Более низкого качества
Питающая группа	Прерывистого типа	Непрерывного типа
	Передаточный валик	Без передаточного валика - «пленочный красочный аппарат»
Накатные валики	4-5 шт.	2 шт. в газетной печатной машине -3шт.
Регулирование подачи краски	Зональное	Беззональное

Модернизация красочного аппарата идет по пути исключения увлажнения из офсетной плоской печати. Имеются разработки, когда увлажняющий раствор внедряют в краску, благодаря чему нет необходимости в увлажняющем аппарате.

Красочный аппарат высокой (флексографской) печати имеет два варианта построения:

1. Система с дозировкой краски через зону контакта между расстрированным валиком и дукторным цилиндром (рис. 54). Печатные аппараты состоят, как представлено на рис. 54, 55, из красочного аппарата, формного цилиндра и печатного цилиндра. Красочный аппарат с дукторным цилиндром (трехваликовый красочный аппарат) является исходной, простой, приемлемой по цене системой, которая, однако, сегодня редко применяется на новых машинах. Дозировка краски с точки зрения ее подачи имеет ограничения. Если подаётся слишком много

краски, то при больших тиражах промежутки между растровыми точками на печатных формах залипают и печатное изображение смазывается. При незначительной подаче краски не обеспечивается полный ее перенос на формную пластину и на печатном изображении возникают непропечатанные места. Такая система дозирования красок, однако, находит частое применение совместно с лакировальными устройствами в офсетной печати при сплошном и выборочном лакировании.

Недостаток - подача краски ухудшается на больших тиражах, т.к. происходит залипание промежутков ячеек растрованного валика и изображение смазывается, а если подается мало краски, то на оттиске наблюдается непропечатка изображений.

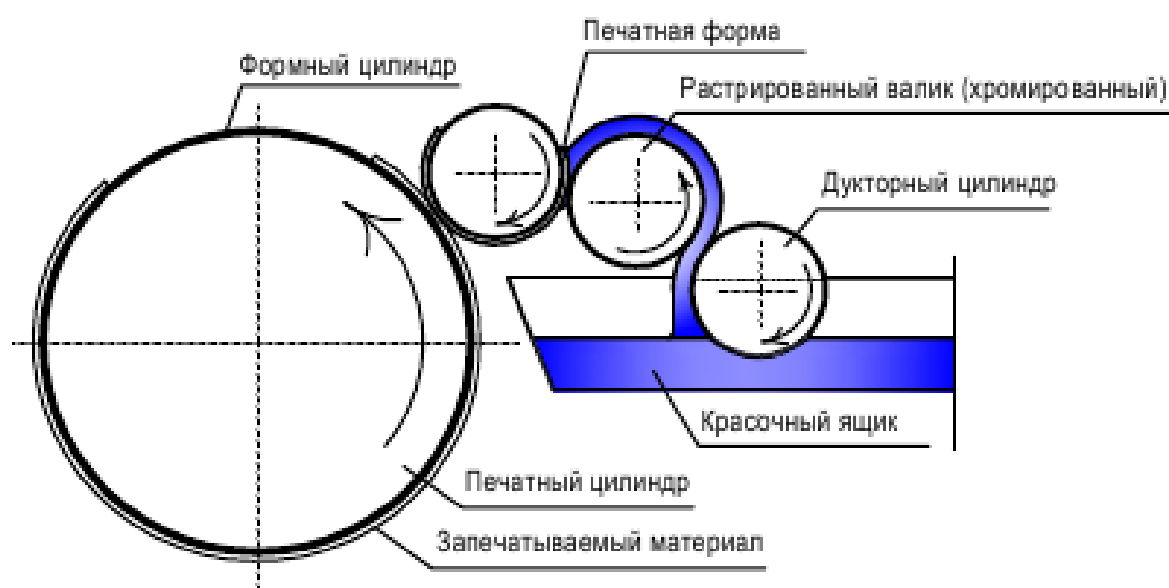


Рис. 54. Трехваликовый красочный аппарат с дукторным цилиндром

2. При возрастании требований к качеству печати становится необходимым улучшение красочных систем. На современных флексографских печатных машинах устанавливаются красочные аппараты с растрированными валиками и закрытой камерной ракельной системой (рис. 55).

Растрированные валики являются ключевым элементом красочного аппарата. Геометрические параметры ячейки (углубления и распределение ячеек) определяют в значительной степени объем ($\text{см}^3/\text{м}^2$) захвата краски растрированным валиком (рис. 56). В зависимости от требования к толщине красочного слоя следует использовать валики с различными объемами захвата краски. Ракельное устройство обеспечивает заполнение углублений краской, т.е. заданный объем ее переноса на клише.

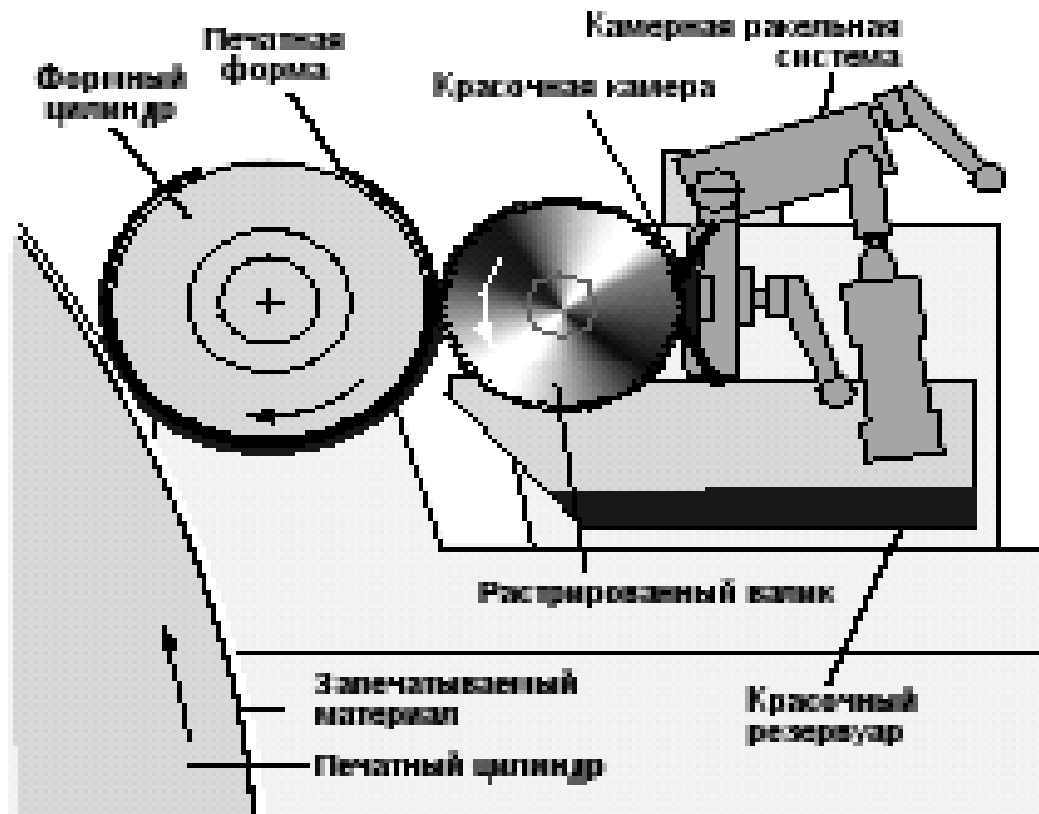


Рис. 55. Красочный ракельный аппарат с растрированным валиком и камерной ракельной системой

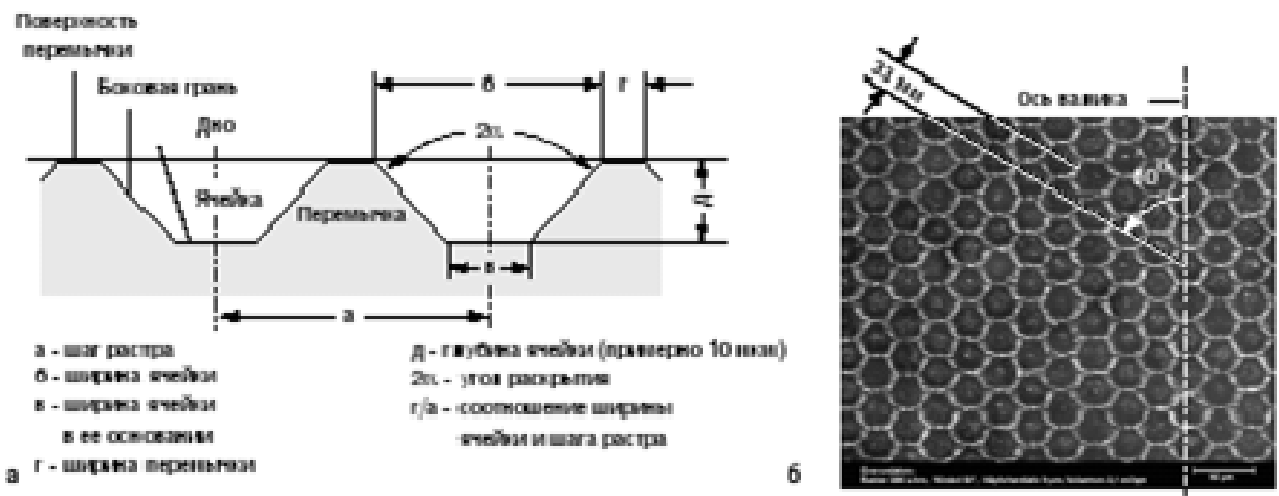


Рис. 56. Профиль растрированного валика: а – геометрия ячеек; б – микрофотография поверхности керамического валика, 300 ячеек/см (поверхность скоса) (Heidenwanger)

Объем захвата краски ячейками валика и извлечение ее из углублений, реологические свойства красок, а также рабочие характеристики процесса и согласование поверхностных свойств печатной формы и запечатываемого материала влияют на качество печати (равномерность, толщина красочного слоя, муарообразование и т. д.).

Сегодня широко распространены валики с хромированной или керамической поверхностью.

6.2.2. Красочные аппараты для жидких красок

Жидкие краски применяются в красочных аппаратах печатных машин глубокой печати (рис. 57). Красочные аппараты для жидких красок состоят из устройств подачи краски в ячейки формы; устройств для удаления краски с пробельных элементов.

Существуют следующие способы подачи краски на форму глубокой печати:

Погружение части формного цилиндра в краску (используется для малых тиражей, если надо часто менять цвет краски).

Через накатной валик, частично погруженный в краску (краска подается накатным валиком, облицованным резиной или плюшем, используется для больших тиражей).

Заливка с помощью циркуляционной системы (жидкая краска под давлением подается в распределительную коробку и разбрызгивается по поверхности формного цилиндра, заполняя его печатающие элементы. Излишек краски стекает в красочное корыто, снимается ракелем и через сливную трубу снова подается в насос. Если отключить насос, поднять корыто и погрузить формный цилиндр в краску, то печатный аппарат будет работать как простой, без циркуляции).

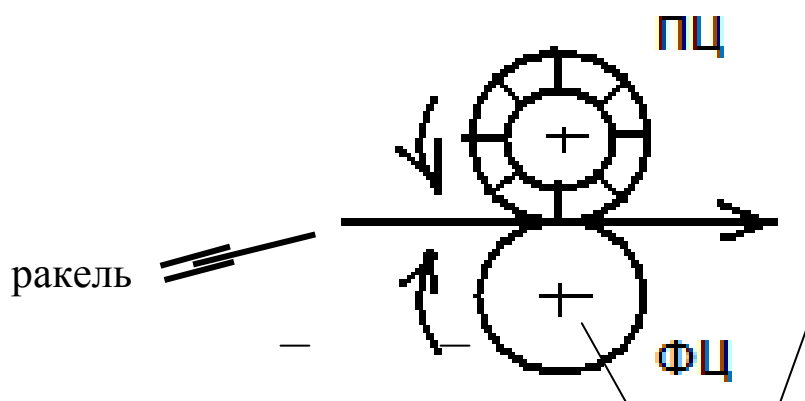


Рис. 57. Красочный аппарат глубокой печати

Перемешивание и фильтрация краски приводят к постоянству цвета, увеличению качества печати и уменьшению износа печатной формы.

В глубокой печати применяются краски пониженной вязкости. В их состав входят летучий растворитель (в основном толуол) и связующие вещества с пигментами.

Во втором случае краска наносится с помощью специального заборного валика. Благодаря чему при высоких скоростях печати краска не пенится и не разбрызгивается. Скорость вращения валика меньше скорости вращения формного цилиндра, благодаря этому получается более равномерный слой краски.

Краска собирается в кювету, расположенную под красочным козырьком, и поступает обратно в красочный бак, где перемешивается со свежей краской, фильтруется, разбавляется растворителем и снова подается в рабочую емкость.

Так как краска для глубокой печати содержит летучий растворитель, красочный аппарат делают закрытой конструкции. Но пары растворителя все же улетучиваются. В результате краска теряет свои свойства (оттиски становятся более темными из-за увеличения концентрации краски). Для обеспечения стабильности состава краски используют специальную автоматическую систему, которая следит за вязкостью краски, перемешивает ее, осуществляет автоматическую подачу растворителя в бак с краской. Кроме того, в результате контакта металлической поверхности формного цилиндра и ракеля могут образовываться металлические частички, которые загрязняют краску. Для предотвращения этого используют специальные магнитные фильтры.

Обязательным элементом каждой печатной секции – ракель – служит для удаления краски с поверхности формного цилиндра. От его работы существенно зависит качество оттисков.

Ракель – тонкий нож из упругой стальной ленты (сплав инструментальной стали марки У10, У12, $t=0,1-0,3$ мм). Ракель крепится в специальном держателе. Его положение регулируется. Ракель быстро изнашивается, поэтому замена рекомендуется перед каждым тиражом. При установке ракель выравняется параллельно формному цилиндру. В современных системах эта операция контролируется специальной автоматической системой с функцией самовыравнивания. Качество печати во многом зависит от угла установки ракеля ($\alpha = 45-65^\circ$) (рис. 58).

Чем больше угол α , тем лучше счищается краска, но и выше износ. Угол α зависит от свойств краски, характера формы, состояния лезвия ракеля. При уменьшении угла α требуется большее усилие прижима, что тоже увеличивает износ (рис. 58, а, б).



Рис. 58. Варианты положения ракеля: а – $\alpha = 45 - 65^\circ$ (традиционный);
 б – α – отрицательный

Этих недостатков лишена конструкция с отрицательным углом ракеля:

- меньше усилие прижима;
- нет заклинивания краски;
- меньше царапин на форме;
- увеличивается тиражестойкость.

7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УВЛАЖНЯЮЩИХ АППАРАТОВ ПЕЧАТНЫХ МАШИН

7.1. Основные элементы увлажняющих аппаратов

Увлажняющий аппарат офсетных печатных машин, кроме своего основного назначения по увлажнению пробельных элементов печатной формы, выполняет и дополнительные функции: самоочищение печатной формы, её охлаждение, а также уменьшает электризацию бумаги из-за повышения её влажности.

На офсетных печатных машинах встречаются самые разные системы увлажнения. Строгой классификации их видов нет. В зависимости от способа нанесения раствора на форму выделим три группы:

увлажняющие аппараты прямого или независимого типа, в которых увлажняющие и красочные валики связаны между собой лишь формным цилиндром и раствор подается через накатные увлажняющие валики (рис. 59);

увлажняющие аппараты, обеспечивающие подачу раствора бесконтактным способом. Например, набрызгиванием с помощью форсунок (системы Фуко), конденсацией пара на поверхности охлажденной печатной формы и др. (рис. 60);

увлажняющие аппараты, передающие раствор косвенным путем через красочную систему машины. Их иногда называют интегрированными или смешанными. Недостаток этих систем в том, что при передозировках увлажняющего раствора краска на валиках быстро начинает эмульгировать и для продолжения работы ее приходится полностью заменять (рис. 61).

В зависимости от материала покрытия валиков их можно разделить:

на моллетоновые системы увлажнения, где часть валиков покрыта влагоемким тряпичным покрытием (рис. 59);

системы без использования тканевых валиков (рис. 60,61).

В зависимости от способа регулирования и поддержания уровня подачи раствора:

на системы прерывистого действия с передаточным качающимся валиком;

системы непрерывного (пленочного) увлажнения.

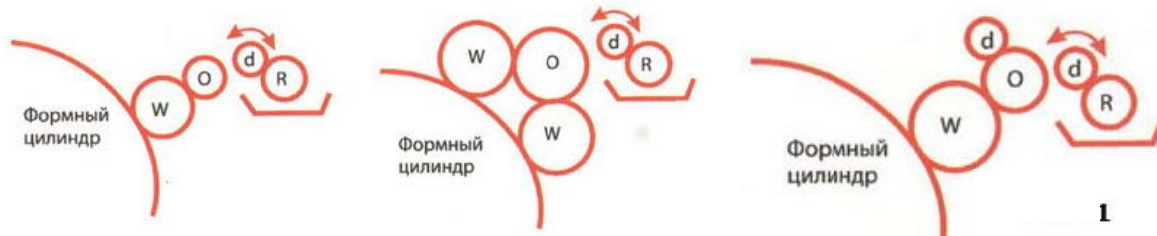
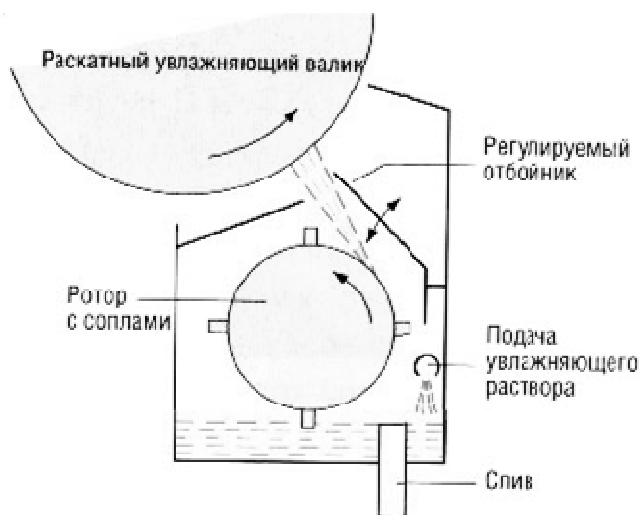
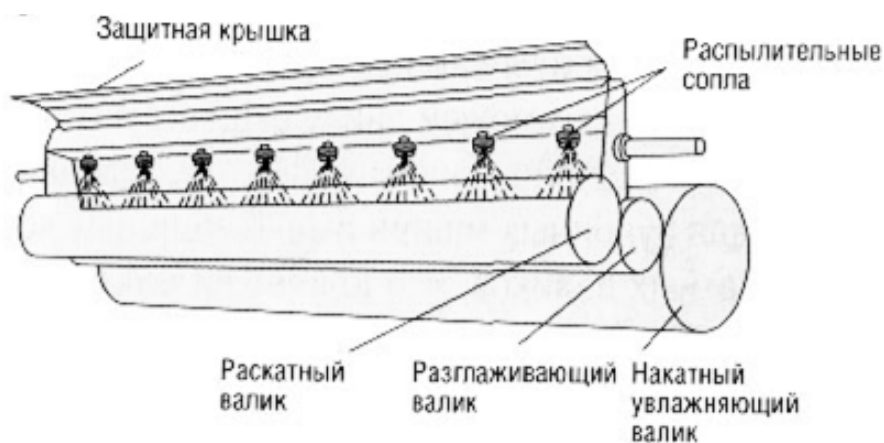


Рис. 59. Три варианта систем увлажнения Molleton с валиками: дукторный (*R*), дозирующий (*d*), накатной (*W*) и раскатной (*O*)



а)



б)

Рис. 60. Бесконтактные увлажняющие аппараты: а – роторный увлажняющий аппарат (MAN Roland); б – увлажняющий аппарат с набрызгиванием через сопла (Jimek-Graphotec)



Рис. 61. Увлажняющий аппарат косвенного действия (система увлажнения Dahlgren), валики: дукторный (*R*), накатной (*W*) и раскатной (*O*)

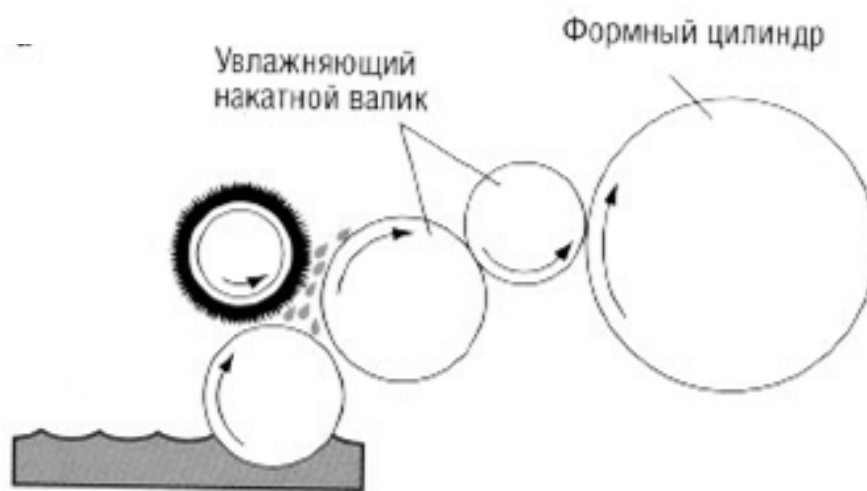


Рис. 62. Щёточный увлажняющий аппарат

Широкое распространение получили сопловые увлажняющие аппараты (рис. 60) благодаря простоте замены. Они состоят из вращающегося с переменной скоростью ротора с соплами, которые управляются посредством магнитного клапана. Увлажняющий раствор подается в сопла насосом под давлением. Сопла устроены так, что они создают широкий клин распыления. Расстояние от сопел до накатного валика выбрано таким образом, чтобы клинья распыления каждой зоны немного перекрывались для обеспечения равномерной подачи увлажняющего раствора по всей ширине формы.

Щёточные увлажняющие аппараты (с дукторным цилиндром – рис. 62) принимают увлажняющий раствор с дуктора, вращающегося в емкости с раствором, а щетки орошают увлажняющей жидкостью накатной валик.

Конструкции аппаратов увлажнения для офсетной печати постоянно совершенствуются. Каждая фирма – производитель печатных машин считает своим долгом если не изобрести, так, по крайней мере, модернизировать уже имеющиеся схемы построения аппаратов увлажнения.

Требования к качеству нанесения увлажняющего раствора и конструкции систем увлажнения состоят в обеспечении:

- равномерности нанесения пленки увлажнения на форму;
- стабильности пленки увлажнения на форме;
- управляемости пленки увлажнения на форме в процессе печатания.

В свою очередь, фирмы, изготавливающие расходную химию для полиграфии, всегда имеют в своем ассортименте концентраты увлажняющего раствора и различные добавки в него, которые должны сделать приведенные требования выполнимыми.

7.2. Требования к увлажняющим растворам

Свойства увлажняющего раствора во многом определяют стабильность печатного процесса и качество оттисков.

Увлажняющий раствор должен быть следующим:

- легко восприниматься пробельными элементами формы и обеспечивать их гидрофилизацию при минимальном расходе;
- не нарушать структурно-механических свойств гидрофилизующей плёнки пробельных элементов;
- не вызывать коррозию печатной формы и деталей печатной машины;
- не должен изменять спектральную характеристику печатных красок и влиять на скорость их закрепления;
- не допускать появления эмульсии «масло в воде»;
- не иметь запаха и быть экологически чистым;
- «время жизни» увлажняющей плёнки на пробельных элементах должно быть минимально необходимым при данной производительности печатной машины.

В значительной степени процесс увлажнения зависит от *температуры* увлажняющего раствора. Поэтому современные увлажняющие аппараты позволяют поддерживать температуру увлажняющего раствора в пределах 10-14° С.

Основным показателем, характеризующим свойства увлажняющего раствора, является его *кислотность*. Для современных офсетных печатных форм рекомендуется доводить рН увлажняющего раствора до 4,8-5,5 единиц.

При рН < 4,5 разрушается гидрофильная плёнка, что приводит к «тенению» или «зажириванию» печатной формы.

Тенение офсетной печатной формы и её зажиривание на оттиске дают одинаковый результат – повышение площади печатных элементов. Но тенением называют обратимый процесс, который можно устранить глубокой очисткой формы и дополнительной гидрофилизацией пробельных элементов. Тенение обычно вызвано переходом ПАВ из бумаги или увлажняющего раствора в краску и разрушением гидрофилизующей плёнки при рН < 4,5.

Зажиривание является необратимым процессом и может быть вызвано механическими повреждениями печатной формы, недостаточным увлажнением формы, диффузией жирных кислот из краски через трещины на основной металл и изменением его природы. Форму с зажириванием следует сменить.

При рН > 5,5 возникает опасность «омыления» краски, что придаёт ей сероватый оттенок. Кроме того, повышается эмульгирование краски и появление грязи на валиках, а также возможно «ослабление» печатной формы из-за разрушения печатных элементов (уменьшения площади печатных элементов).

Увлажняющий раствор должен иметь оптимальную среднюю *жёсткость* – 8 – 12 Дн. Более мягкий увлажняющий раствор может привести к плохому закреплению печатной краски, т.к. «забирает» соли из краски и бумаги, которые в принципе являются катализаторами процесса закрепления. Повышенная жёсткость (> 12 Дн) приводит к известковому осадку на валиках и печатной форме, а, следовательно, к грязи на оттисках.

Важно, но ещё недостаточно изучено, влияние *электропроводности* увлажняющего раствора. Считается оптимальной электропроводность в пределах 800-500 МкСм.

Основным компонентом увлажняющего раствора является *вода*. Исходная вода для составления увлажняющего раствора должна иметь рН = 7 – 8 и 8 – 12 Дн жёсткости. Кроме воды в раствор иногда входят до 20 различных компонентов: это слабые кислоты; буферные добавки для поддержания рН в заданных пределах; поверхностно-активные вещества (ПАВ), уменьшающие поверхностное натяжение раствора и

улучшающие его смачивающую способность; антикоррозийные и антигрибковые добавки; электролиты и гидрофилизующие полимеры, поддерживающие устойчивость гидрофильной плёнки.

Так, введение в качестве ПАВ изопропилового спирта с поверхностным натяжением 22 дин/см снижает поверхностное натяжение воды с 72 дин/см до 42 дин/см, что позволяет уменьшить в 2-3 раза подачу увлажняющего раствора на форму. Но избыток ПАВ может привести к образованию эмульсии «масло в воде» и даже к зажириванию печатной формы.

Гидрофилизующие полимеры (декстрин, КМЦ, альгинат Na и др.) значительно увеличивают тиражестойкость печатной формы.

Есть еще одна группа добавок в увлажняющий раствор — бактерицидные «санитарные» добавки, которые предотвращают образование водорослей, дрожжей и грибков, способных засорять («заиливать») систему циркуляции увлажняющего раствора. В результате уменьшается просвет трубопроводов, забиваются сопла в разбрызгивателях, быстро загрязняются фильтры, появляются отложения на валиках и печатной форме.

Все фирмы, изготавливающие формные пластины, одновременно выпускают к ним концентраты для составления увлажняющего раствора, а также вспомогательные вещества для постоянной и глубокой очистки формы и валиков, для повышения закрепления красок, для регулировки липкости красок, антифобы и противоотмарочные средства и т.п.

Переходные процессы при одновременном использовании влаги и краски приводят к тому, что часть влаги всегда попадает в красочную систему и образуется эмульсия «вода в масле». Если концентрация воды не превышает 20%, это даже положительно сказывается на скорости закрепления. Но если воды в краске становится больше 40%, то это может привести к снижению интенсивности красочного слоя и замедлению его закрепления.

Контроль баланса «краска-вода» производят по пропечатке «плашки» и 50%-го растрового поля. При избытке увлажняющего раствора может быть непропечатка «плашки», а при недостатке влаги — растровое поле полностью запечатывается.

8. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПЕРЕНОСА КРАСКИ

8.1. Основные явления краскопереноса

Краскоперенос, раскат и накат краски, многократное расщепление красочного слоя связаны с механическим воздействием на краску при определённых усилиях и скорости.

Наука о течении (деформировании) реальных жидкостей и о зависимости деформации от скорости деформирования называется *реологией*.

Печатные краски можно классифицировать как полидисперсные микрогетерогенные суспензии пигмента в связующем с добавками, регулирующими их оптические и печатно-технические свойства.

Частицы пигмента, благодаря своим малым размерам (0,6 – 0,01 мкм), находятся в связующем во взвешенном состоянии. При этом они склонны к образованию вторичных структур. Рабочие свойства красочных дисперсий, их агрегативная устойчивость в большой степени зависят от адсорбционных явлений на поверхности частиц пигмента и от образования вторичных структур. Всё это усложняет реологические свойства печатных красок.

Краски относятся к коллоидным структурам, реологические свойства которых определяются характером взаимодействия дисперсной фазы (пигмента) и дисперсионной среды (связующего). Существует два типа таких структур:

кристаллизационно-конденсационные, в которых частицы дисперсной фазы связаны жёсткими и прочными первичными валентными силами (например, бетоны);

коллоидно-коагуляционные структуры, в которых частицы дисперсной фазы сцепляются по активным центрам за счёт сравнительно малых вторичных сил молекулярного притяжения.

Печатные краски являются типичными представителями коллоидно-коагуляционных структур, для которых характерно наличие пластично-вязких свойств и тиксотропия, т.е. способность восстанавливаться после механического разрушения. Они занимают промежуточное положение между твёрдыми телами и жидкостями.

Если идеальные жидкости при деформировании подчиняются закону течения Ньютона (линия 1 на рис. 63), то для течения коллоидно-коагуляционных структур необходимо преодолеть начальное напряжение сдвига (линия 2 на рис. 63). Так как печатные краски обла-

дают тиксотропными свойствами и разрушение пространственной решётки из сцепленных друг с другом частиц пигмента происходит не мгновенно, то зависимость между напряжением и приростом деформации чаще всего не прямая линия (кривая 3 на рис. 63).

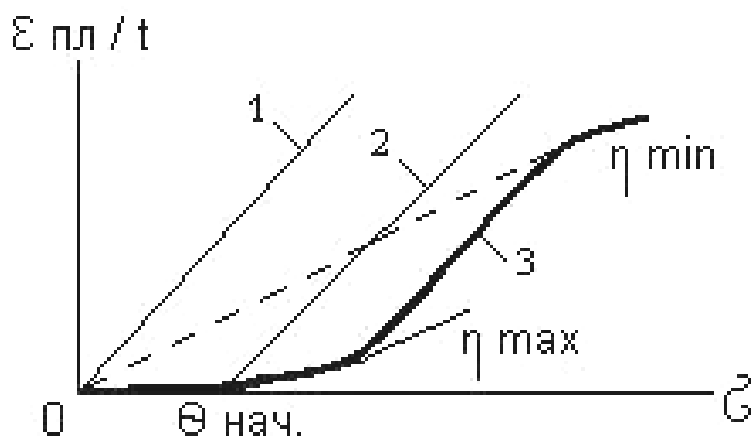


Рис. 63. Свойства печатных красок: δ – напряжение деформирования; $\varepsilon_{\text{пл}}/t$ – скорость развития пластической деформации $\varepsilon_{\text{пл}}$ во времени t ; $\Theta_{\text{нач}}$ – начальное напряжение сдвига, 1 – закон течения Ньютона; 2 – закон течения пластично-вязкой (бингамовской) жидкости; 3 – реологическая кривая жидкости с тиксотропной структурой

Степень отклонения от прямой пропорциональной зависимости характеризует степень тиксотропного структурирования печатной краски. Это предопределяет непостоянство вязкости печатных красок, которая в конечном счёте зависит от условий хранения или деформирования этих красок. Поэтому принято оценивать степень структурирования печатных красок показателем, названным аномалией вязкости.

Под *аномалией вязкости* печатных красок (A_{η}) понимается отношение максимальной вязкости (η_{max}), т.е. вязкости полностью тиксотропно заструктурированной краски, к минимальной вязкости (η_{min}), т.е. вязкости краски с предельно разрушенной структурой:

$$A_{\eta} = \frac{\eta_{\text{max}}}{\eta_{\text{min}}}$$

Если краску, до этого спокойно хранившуюся, подвергнуть деформированию (перемешиванию, растиру, раскату и т.п.), то её вязкость начнёт уменьшаться (рис. 64), пока не достигнет своего минимального значения. И, наоборот, если оставить такую краску в спо-

койном состоянии, будет постепенно идти её структурирование и повышение вязкости до её максимального значения (рис. 65).

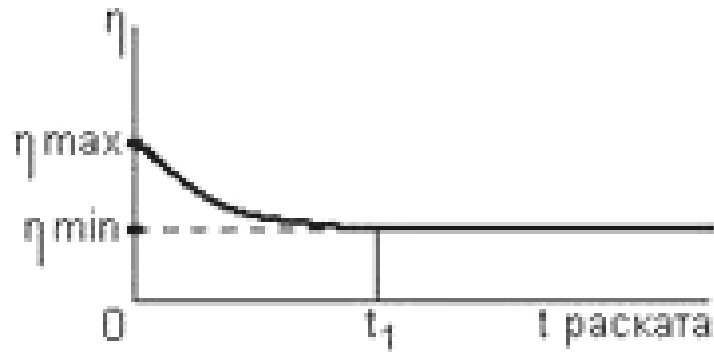


Рис. 64. Изменение вязкости печатной краски при раскате

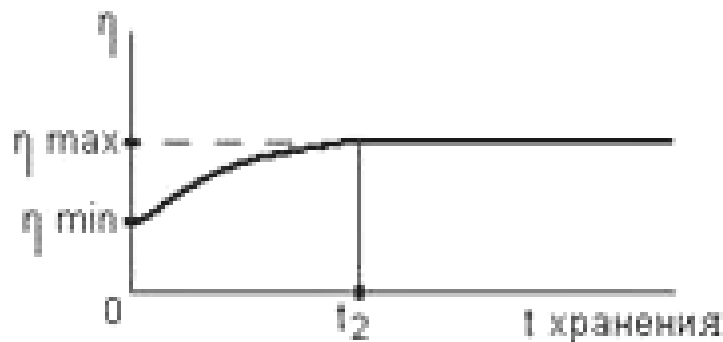


Рис. 65. Изменение вязкости печатной краски при хранении

В печатной машине время раската должно быть достаточным для обеспечения требуемой вязкости краски. Учитывая увеличение вязкости краски при хранении после перерывов в работе, следует перемешать краску в красочном ящике.

Для нормального поведения печатной краски в краскораспределительной системе печатных машин считается, что оптимальной является аномалия вязкости равная $10^2 - 10^3$. При такой аномалии вязкости краски в дукторном ящике не только обеспечивается бесперебойная подача в зазор, например, между дукторным цилиндром и красочным ножом, но и её самопроизвольное перемешивание. Если аномалия вязкости краски будет низкой, то это может привести к прекращению подачи краски в раскатную систему из-за её невращения. При аномалии вязкости $10^4 - 10^5$ краска в дукторном ящике «свернётся» в красочный цилиндр, что также приведёт к нарушению нормального питания раскатной системы печатной краской.

Степень тиксотропного структурирования печатной краски и, следовательно, значение аномалии вязкости краски зависят от многих причин:

концентрация пигмента (чем она выше, тем больше центров кристаллизации и больше структурирование);

размер частиц пигмента (чем они мельче, тем им легче находиться во взвешенном состоянии и образовывать кристаллическую решётку);

форма частиц пигмента (чем она более неправильная («осколочная»), тем больше тиксотропное структурирование, так как в этом случае плотность заряда концентрируется на концах этих частиц. При правильной шарообразной форме частиц заряд равномерно распределяется по всей поверхности, что даёт низкий потенциал);

физико-химические свойства дисперсионной фазы (т.е. вязкости связующего, его склонности к коагуляции, наличия добавок (ПАВ, загустителей и т.п.);

температура краски (повышение температуры краски по-разному сказывается на разных связующих и поэтому может приводить и к повышению структурирования, и к его понижению; оптимальным является термостабилизация начальных условий подачи краски, для чего современные красочные аппараты имеют термостабилизированный красочный ящик).

С аномалией вязкости краски связано и явление *дуктильности*, т.е. способности краски при растяжении вытягиваться в нити («тяжи»). Следует отметить, что краска в красочном аппарате не является гомогенной средой, внутри красочного слоя много пузырьков воздуха. При больших скоростях разделения красочного слоя реакция практически несжимаемой краски на быстрое растяжение приводит к образованию пустот кавитационного характера вблизи плоскости минимального давления (рис. 66).

В каждой из зон (1-4) (рис. 66) слой краски подвергается воздействию специфического комплекса сил, определяющих характер его деформационного поведения.

Зона 1, соответствующая наиболее узкому участку полосы контакта (точка С на рис. 66), — это область гидродинамического сдвига. Давление в ее пределах ниже максимального значения, которое в динамической нежесткой полосе контакта (а тем более при введении жидкой прослойки) всегда смещается от центра в направлении входа вращающейся пары валик — цилиндр в контакт друг с другом.

Зона 2 — область кавитации, где происходит явное нарушение сплошности красочного слоя в результате образования в нем газовоздушных пузырьков, или каверн. Какое-то количество воздуха неизбежно попадает в краску еще на участке входа в полосу контакта (D на

рис. 66), однако именно при снижении давления (а зоны 1 – 4 лежат как раз в этом интервале) формирование каверн происходит наиболее интенсивно.

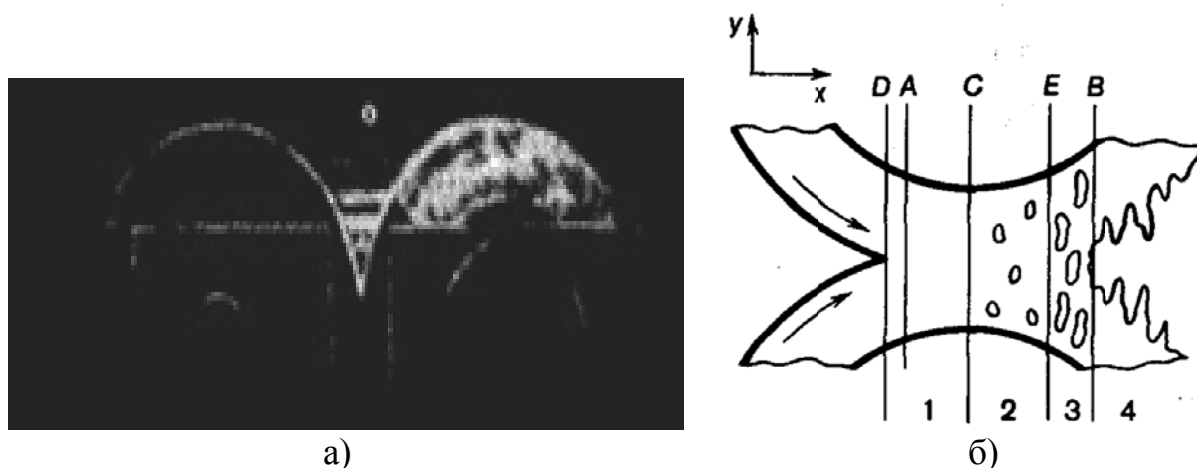


Рис. 66. Фотография (а) и схема (б) разделения красочного слоя

Зона 3 – область образования и удлинения красочных нитей и одновременного расширения газовоздушных пузырьков. Силовые факторы, определяющие поведение слоя краски в этой области, – воздействие усилия растяжения со стороны разделяющихся поверхностей валика и цилиндра и продолжающееся снижение давления.

Зона 4 – область окончательного расщепления красочных нитей.

Краски, у которых аномалия вязкости высокая и прочность рабочего слоя значительно меньше, чем у постоянного слоя, легко разрываются без образования тяжа. Такие краски называют «короткими». У красок же с низкой аномалией вязкости в процесс растяжения вовлекаются все элементарные слои, так как прочность их мало отличается друг от друга. В результате образуется длинный тяж, который к тому же может разорваться в нескольких местах с образованием свободных частиц краски, которые выбрасываются из зоны раската. Такие краски называют «длинными» (рис. 67).

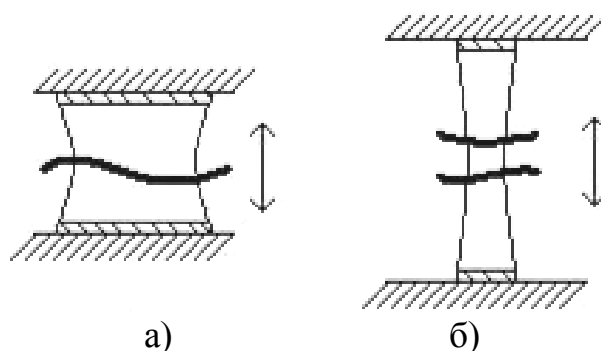


Рис. 67. Разделение элементарного красочного столбика:
1 – разрыв «коротких» красок; 2 – разрыв «длинных» красок

Чем ниже аномалия вязкости краски, тем длиннее образующиеся тяжи и тем больше опасность отрыва частиц и выброса их в атмосферу цеха. Отрыв частиц может привести к образованию красочного тумана. Такое явление называется *пылением красок*. Ввиду того, что печатная машина всегда наэлектризована, то оторвавшиеся частицы краски оказываются электрически заряженными, что способствует устойчивости красочного «облака».

Строго говоря, пыление красок при больших скоростях вращения валиков и цилиндров всегда имеет место, но интенсивность пыления красок с разной аномалией вязкости разная (рис. 68).

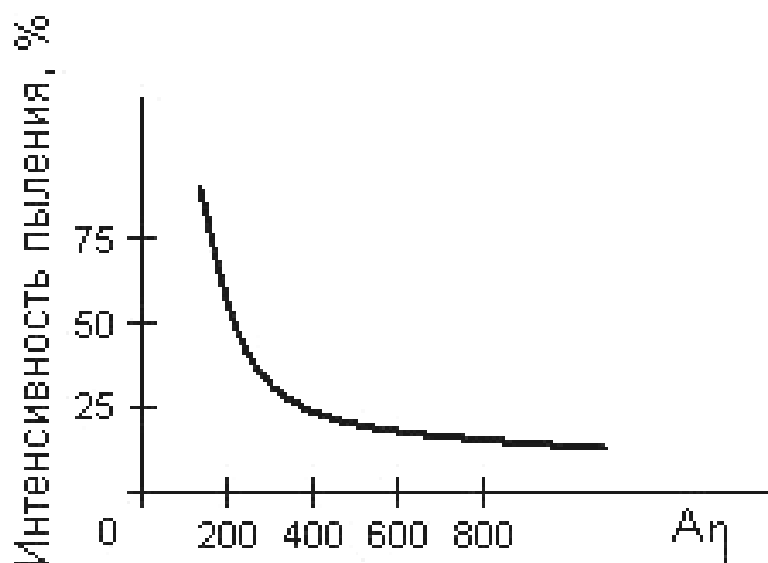


Рис. 68. Зависимость пыления от аномалии вязкости красок

Таким образом, на интенсивность процесса пыления влияют:

- рецептура и реологические свойства красок;

- толщина красочного слоя на валиках (чем больше толщина красочного слоя, тем больше интенсивность пыления);

- линейная скорость вращения валиков (с ее увеличением больше опасность разрыва красочного тяжа в нескольких местах, что увеличивает интенсивность пыления);

- разность в скоростях на транспортирующих поверхностях, которая вызывает появление турбулентности (завихрение приводит к выбросу оторвавшихся частиц краски в атмосферу цеха);

- электростатическое поле на печатных машинах (образуется в результате трения бумаги по металлическим частям машины и влияет на устойчивость красочного тумана).

При высокой степени пыления красок применяют «укорачивание» красок путём увеличения количества центров тиксотронного структурирования или увеличения концентрации пигмента, или введения нейтральных по цвету структурирующих добавок.

Во многом уменьшению пыления будут способствовать правильная настройка красочного аппарата, повышение качества особенно эластичных валиков и минимальная величина прижима валиков, не дающая местных натеков краски.

Для предотвращения распространения красочного тумана применяют щиты, закрывающие красочный аппарат, воздухофильтрующие и пылеулавливающие устройства, а также электроочистители, способствующие осаждению красочной пыли на проволочках высокого напряжения.

8.2. Перенос краски с формы на запечатываемый материал

Параметром, во многом определяющим качество печати, является количество краски, перешедшее на оттиск в момент печатного контакта. При постоянстве режимных условий печатного процесса необходимое количество краски на оттиске определяется, с одной стороны, требованиями к оптическим свойствам оттиска и допусками на размерные искажения изображения, а с другой стороны – характеристикой печатных материалов и их возможностями к достижению этих требований.

В момент печатного контакта происходит разделение (расщепление) красочного слоя, в результате которого часть краски, обусловленная силами прилипания краски к форме, остаётся на печатных элементах формы, а часть переходит на оттиск (рис. 69).

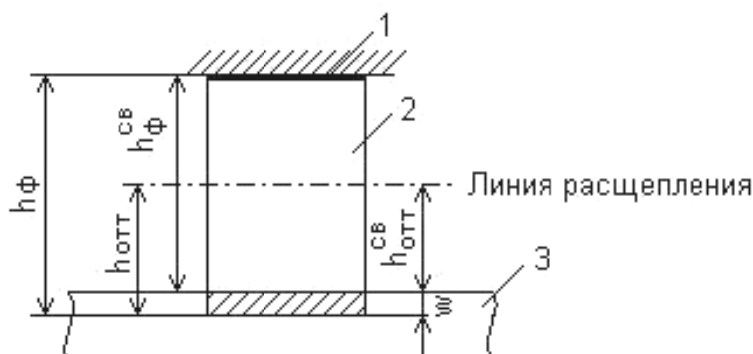


Рис. 69. Схема расщепления красочного слоя при получении оттиска:

1 – печатный элемент формы; 2 – краска; 3 – бумага;

h_{ϕ} – толщина слоя краски на печатной форме; $h_{отт}$ – толщина слоя краски

на оттиске; W – толщина слоя краски, впитавшейся

в бумагу; $h_{\phi}^{св} = h_{\phi} - W$ – свободные количества краски;

$h_{отт}^{св} = h_{отт} - W$ – свободные количества краски

Для оценки краскопереноса (краскопередачи) используют коэффициенты переноса:

$$K_n = \frac{g_{\text{отт}}}{g_{\text{ф}}} = \frac{h_{\text{отт}}}{h_{\text{ф}}} (\times 100\%),$$

где $g_{\text{ф}}$ – первоначальное количество краски на форме;

$g_{\text{отт}}$ – количество краски, перешедшее на оттиск;

$h_{\text{ф}}$ – толщина краски на форме;

$h_{\text{отт}}$ – толщина перешедшего слоя.

Следовательно, K_n показывает долю краски, перешедшей на оттиск. Его можно выразить и в процентах.

Другим показателем краскопереноса является коэффициент расщепления (α) «свободной» части краски, не связанной с бумагой

$$\alpha = \frac{h_{\text{отт}}^{\text{св}}}{h_{\text{ф}}^{\text{св}}},$$

где $h_{\text{ф}}^{\text{св}}$ и $h_{\text{отт}}^{\text{св}}$ – толщина «свободного» красочного слоя (без толщины краски, впитавшейся в бумагу W). Так как

$$h_{\text{ф}}^{\text{св}} = h_{\text{ф}} - W,$$

$$h_{\text{отт}}^{\text{св}} = \alpha h_{\text{ф}}^{\text{св}} = \alpha \cdot (h_{\text{ф}} - W),$$

$$h_{\text{отт}} = W + h_{\text{отт}}^{\text{св}},$$

получаем следующую зависимость:

$$h_{\text{отт}} = \alpha \cdot h_{\text{ф}} + W \cdot (1 - \alpha).$$

Зависимость количества краски на оттиске от исходного количества краски на форме представлена на рис. 70.

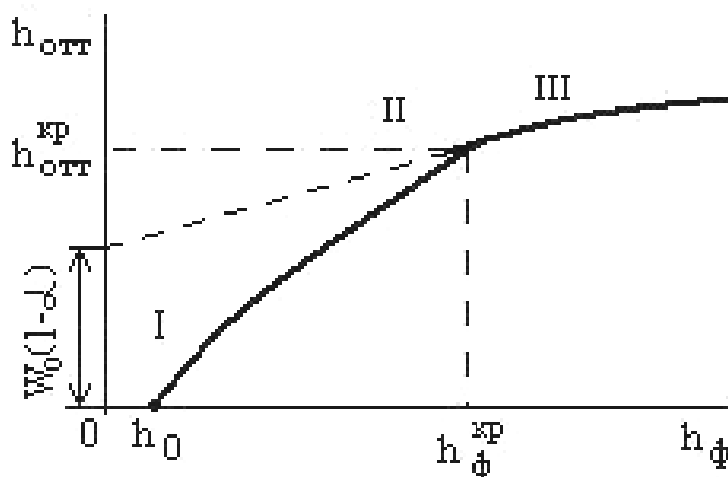


Рис. 70. Зависимость количества краски на оттиске ($h_{\text{отт}}$) от исходного количества краски на форме ($h_{\text{ф}}$)

На этой зависимости можно выделить 3 участка:

на I участке при небольших количествах краски на форме идёт только насыщение поверхности бумаги и $W = 0$, а $h_{\text{отт}} = \alpha h_{\text{ф}}$;

на II участке идёт постепенное нагнетание краски в бумагу, зависящее от её впитывающей способности, пока W не достигнет своего предельного значения W_0 . Это обычно экспоненциальная зависимость

$$W = W_0(1 - e^{-\beta W_0});$$

на III участке W_0 является постоянной величиной в данных режимных условиях печатания, и зависимость описывается следующей формулой:

$$h_{\text{отт}} = \alpha \cdot h_{\text{ф}} + W_0(1 - \alpha).$$

Начало III участка называется критическим, а количество краски на оттиске в этой точке - краскоёмкостью бумаги ($h_{\text{отт}}^{\text{крит}}$).

Получив данную зависимость, можно определить коэффициент расщепления α по тангенсу угла наклона прямой III участка, а также W_0 – по величине участка, отсекаемого на оси ординат этой прямой, т.к. он равен $W_0(1 - \alpha)$.

Степень насыщения бумаги краской при любом количестве краски до критического принято характеризовать коэффициентом насыщения

$$K_{\text{нас}} = \frac{h_{\text{отт}}}{h_{\text{отт}}^{\text{крит}}}.$$

Для любой бумаги имеется свой предел насыщения и своё положение критической точки. Условно все бумаги можно подразделить на 3 группы:

- 1 – высокогладкие мелованные бумаги,
- 2 – гладкие немелованные бумаги,
- 3 – бумаги с низкой гладкостью.

Л.С. Кодаровицким для типографских бумаг определена критическая толщина красочного слоя на форме для 1-й группы, равная $2,2 \div 3,5$ мкм, для бумаг 2-й группы – $4,0 \div 5,5$ мкм, для 3-й группы бумаг больше 6 мкм (рис. 71).

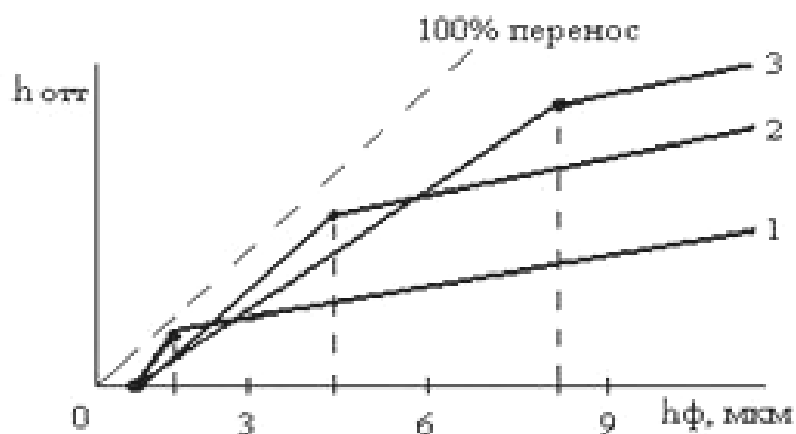


Рис. 71. Влияние гладкости бумаги на положение критической точки

При этом следует отметить, что три участка этих зависимостей для одной и той же краски параллельны друг другу, так как коэффициент расщепления α один и тот же, а резко меняется W_0 . Эти бумаги дают и разный краскоперенос (рис. 72).

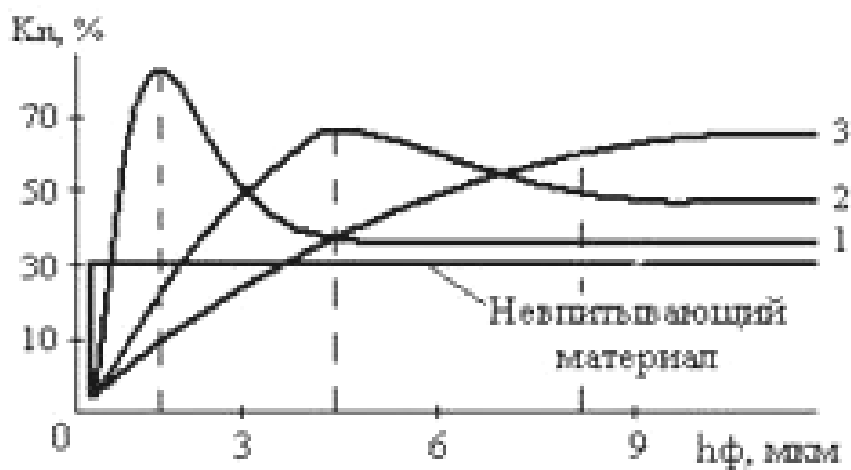


Рис. 72. Зависимость краскопереноса от гладкости бумаги

Чем больше гладкость бумаги, тем при меньшей толщине красочного слоя достигается максимальный коэффициент краскопереноса, а его значение больше. Также при меньшей толщине красочного слоя наступает насыщение бумаги краской (рис. 73).

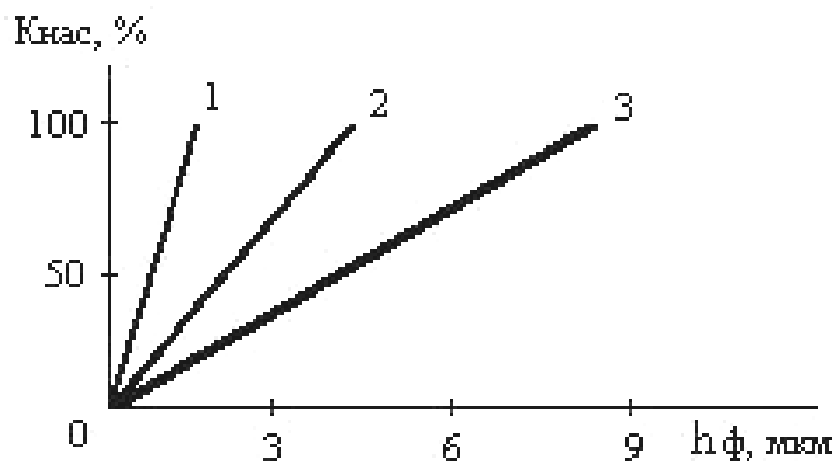


Рис.73. Зависимость $K_{\text{нас}}$ от гладкости бумаги

Переход краски с формы на запечатываемый материал зависит также от молекулярной природы формной поверхности, которая определяет величину постоянного слоя краски на печатной форме (h_0), т.е. слоя, удерживаемого поверхностью печатных элементов и не передаваемого на бумагу. Из-за наличия постоянного слоя начало зависимости, представленной на рис. 12, исходит из h_0 . При печатании же тонкими слоями краски (как, например, в офсетной плоской печати) влияние h_0 резко возрастает, так как его величина становится сопоставимой с толщиной краски на оттиске. Величина h_0 зависит от молекулярной природы и структуры печатных элементов формы. Так, на эластичной поверхности офсетной резинотканевой пластины она больше, чем на гладкой металлической поверхности. Величина h_0 является количественным критерием, характеризующим свойства передающей поверхности и не зависящим от количества краски на форме (если $h_{\text{ф}}$ больше h_0). Реологические свойства постоянного слоя краски на форме, как и на валиках раскатной и накатной систем, другие. Его вязкость и прочностные свойства выше рабочего расщепляющегося слоя и противодействуют краскопереносу. Особое значение величина h_0 приобретает при переходе на печать ещё меньшими толщинами красочного слоя, чем сейчас. А поиски возможности печати ещё более тонкими красочными слоями вызваны тем, что скорость закрепления таких слоёв краски на бумаге резко возрастает и отпадает необходимость применять противоотмарочные средства. Кроме того, будут меньше колебания в толщине красочного слоя и, следовательно, колебания в оптической плотности оттисков.

Многими авторами отмечается снижение краскопереноса при увеличении скорости печатания. Но при этом снижения оптических

свойств оттисков почти не наблюдается, так как меняется доля связанной краски (W_0), а величина наружного слоя практически остаётся неизменной.

Очень важным фактором, влияющим на краскоперенос в контактных способах печатания, является давление печатания. Зависимость коэффициента переноса краски от давления печатания П.А. Попрядухин назвал основной диаграммой печатного процесса (рис. 74).

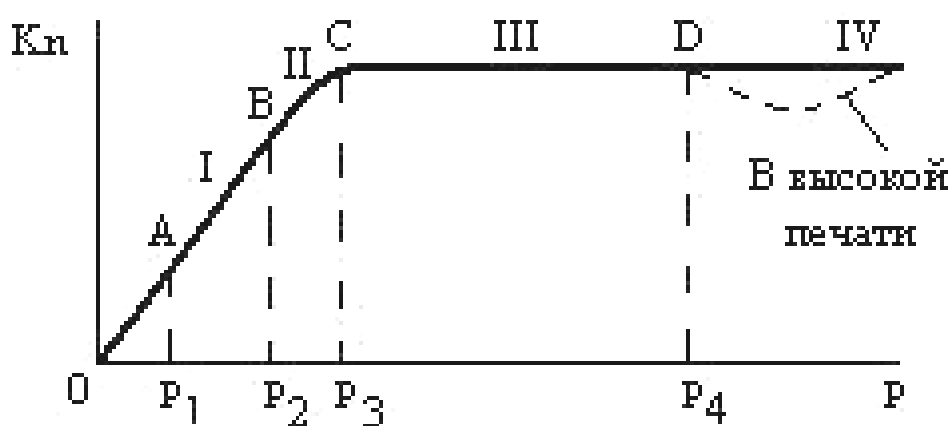


Рис. 74. Основная диаграмма печатного процесса

На ней выделяются следующие участки: I – участок пропорциональной передачи, но большая часть этого участка соответствует давлениям, недостаточным для получения оттиска хорошего качества; II – участок насыщения, где K_n изменяется уже незначительно; III – участок постоянной передачи, на котором увеличение давления не меняет краскоперенос, но где искажения печатных элементов ещё не выходят за пределы допустимых; IV – участок избыточного давления, приводящего к недопустимым искажениям. Ввиду того что в высокой печати часть краски при избыточных давлениях выдавливается за пределы печатного элемента и не участвует в получении оттиска, избыточное давление выявляется даже на графике (пунктирная линия на графике). В офсетной плоской печати допустимое значение давления определяется только по появлению недопустимых искажений. Давление P_3 является оптимальным или наивыгоднейшим, так как это минимальное давление, обеспечивающее максимальный краскоперенос. Давление P_4 – критическое, т.е. максимально допустимое, после которого искажения на оттиске выходят за пределы допуска. Протяжённость участка III называют допустимым диапазоном давления ($\Delta P = P_4 - P_3$). Чем выше уровень требований к качеству оттиска, тем меньше критическое давление и ΔP .

принимаемым бумагой, и пусть из-за отсутствия впитывания краски материалами валиков, цилиндров, формы и бумаги $K_{пер} = 0,5$, а соответствующее ему число переноса

$$U = \frac{1}{K} = 2.$$

Примем, что толщина красочного слоя $h_{омм} = const = 2 \text{ мкм}$. Из рисунка видно, что для получения на бумаге $h_{омм} = 2 \text{ мкм}$ на форме (с учетом $K_{пер} = 0,5$ и $U=2$)

$$h_1^D = 4 \text{ мкм}.$$

После отдачи краски на форме остается слой краски $h_1^П = 2 \text{ мкм}$.

Чтобы на форме довести толщину красочного слоя до $h_2^П = 4 \text{ мкм}$, на накатном валике она должна быть $h_2^D = 6 \text{ мкм}$.

В момент контакта формы и накатного валика общая толщина слоя краски будет равна 8 мкм, а после разрыва – по 4 мкм на каждом из них и т.д.

В итоге на каждой поверхности красочного аппарата имеется два слоя краски, отличающихся по толщине на 2 мкм. Причем до перехода слой краски больше, а после перехода – меньше на указанную величину. Следовательно, величина слоя краски является постоянной для всего красочного аппарата. Коэффициент переноса краски (или число переноса U) $K_{пер} = const$ для всего красочного аппарата.

На основании изложенного можно установить аналитическую зависимость, позволяющую определить толщину слоя краски на любой (i -й) поверхности.

Толщина слоя краски на i -й поверхности до перехода

$$h_i^D = h_{омм}[U + S_0(i-1)].$$

Толщина слоя краски на i -й поверхности после перехода

$$h_i^П = h_{омм}[U + S_0(i-2)],$$

где $U = \frac{1}{K_{пер}}$ – число переноса (в примере $U=2$);

S_0 – относительная площадь печатающих элементов;

i – порядковый номер краскопередающей поверхности;

$h_{омм}$ – толщина слоя краски на оттиске [в мкм].

Таким образом, толщина красочного слоя в системе зависит от числа переноса, от относительной площади заполнения формы печатными элементами и требуемой толщины слоя краски на оттиске, определяемой денситометрическими нормами.

8.3 Переходные процессы при транспортировке краски до оттиска

Теперь рассмотрим переходный процесс – под ним понимается процесс перехода красочного слоя (а точнее, потока краски) из одного равновесного состояния в другое.

Графически такой процесс можно показать на примере изменения толщины слоя краски на оттисках (рис. 76).

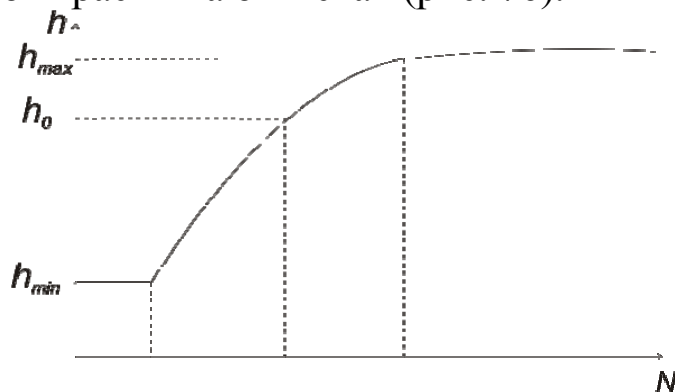


Рис. 76. Влияние количества циклов (N) на толщину красочного слоя на оттисках (h)

Этот процесс перехода происходит за несколько циклов работы печатной машины. При запуске машины печатник устанавливает процесс печати при минимальной толщине красочного слоя (h_{\min}). Затем постепенно увеличивается подача краски на оттисках до получения оптимальной величины h_0 , соответствующей денситометрическим нормам печатания.

Чтобы установить нужную величину, толщина красочного слоя будет вначале колебаться около h_0 . И будет иметь место некоторое превышение h_0 .

Количество циклов печатной машины, необходимое для получения h_0 , находят из следующего выражения:

$$N = \frac{\sum D \cdot [U + S_0(i-1)]}{D_\delta \cdot S_0} \ln \frac{h_{\max} - h_{\min}}{h_{\max} - h_0},$$

где $\sum D$ – сумма диаметров всех валиков и цилиндров красочного аппарата;

D_δ – диаметр формного цилиндра;

S_0 – относительная площадь печатных элементов формы;

$$U = \frac{1}{K_{пер}} - \text{число переноса};$$

i – порядковый номер валика, контактирующего с печатной формой в красочном аппарате.

Следует иметь в виду, что количество краски на форме (а следовательно, и на оттиске) определяется ее количеством на накатном валике (валик 2 на рис. 73).

Количество циклов печатной машины, необходимое для получения на оттиске требуемой толщины красочного слоя, зависит от числа переноса, от относительной площади заполнения формы печатными элементами и разветвленности красочного аппарата.

8.4. Закрепление краски на оттиске

Важная технологическая роль закрепления краски состоит в образовании на поверхности оттиска прочного, стойкого, прежде всего, к механическому воздействию (истиранию, расплющиванию и т. д.) слоя краски, от которого непосредственно зависит качество полуфабриката и изделия.

Продолжительность закрепления краски на оттиске является важным фактором, влияющим как на скорость работы печатной машины, так и на возможность передачи полуфабриката на дальнейшую обработку при условии минимального пролёживания его в печатном цехе.

Поэтому в технологии печатных процессов важное место занимает не только изучение физико-химических процессов, сопутствующих закреплению красок различных типов, но и (в первую очередь) анализ факторов, влияющих на продолжительность этого процесса и свойства отвержденных красочных слоев, а также реальное представление о возможностях ускорения процесса закрепления и предотвращения появления дефектов.

Закрепление краски на оттиске имеет две выраженные стадии.

Первичное (или линованное) *закрепление* – протекает во время печатного цикла в течение долей секунды. При этом в зависимости от состава печатной краски в слое формируется:

в высокой и офсетной печати – неотмарывающая твердообразная структура;

в глубокой, флексографской печати - неотмарывающая плёнка.

Этого должно быть достаточно для проведения последующих отделочных операций, таких как укладывание в стопу, фальцевание, резка полотна на рулонных машинах.

Окончательное закрепление – протекает в течение нескольких часов и затем суток. В это время происходит полимеризация алкидных смол и натуральных масел, других компонентов, окислительная полимеризация. Это придаёт продукции товарный вид, не влияет на печатный процесс.

Подобно переносу краски на запечатываемый материал (бумагу), ее закрепление на оттиске также будет сопровождаться более или менее заметным впитыванием, которое, в зависимости от способа печатания, типа краски, характера запечатываемого материала и условий проведения печатного процесса, может играть на этой стадии доминирующую или второстепенную роль. В настоящее время применяют для закрепления печатной краски на оттиске следующие способы (рис.77).

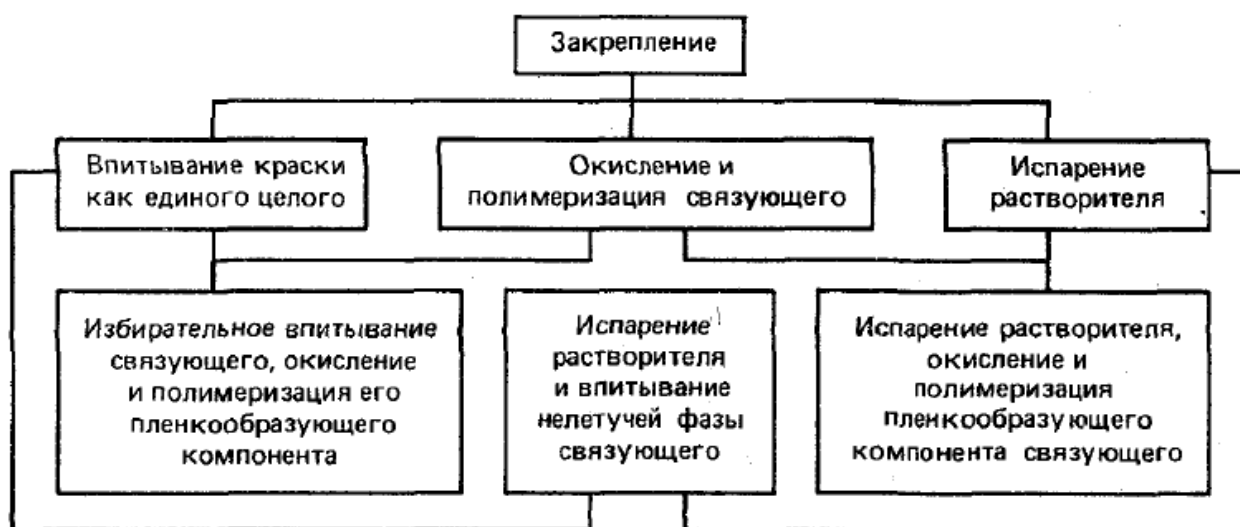


Рис. 77. Способы закрепления краски на оттиске

Ускорение закрепления оттисков в основном касается первичного закрепления. Очень важна в процессе закрепления краски основа запечатанного материала и её свойства: впитываемость, невпитываемость, различная степень гладкости (бумага, полимерная плёнка, фольга). В каждом из этих случаев процессы закрепления краски на оттисках будут протекать по-разному.

Рост производительности труда на полиграфических предприятиях и внедрение высокоскоростных печатных машин делают необходимым сокращение времени, необходимого для переработки отпечатанной продукции на последующих технологических операциях. Поэтому особенно актуальной является задача создания и использования различных методов и средств ускорения закрепления печатных красок.

Первая группа методов ускорения закрепления красок связана с введением в них веществ, активизирующих процесс отверждения свежееотпечатанного красочного покрытия.

Традиционным средством такого рода являются сиккативы – маслорастворимые соли алифатических жирных кислот, образуемые преимущественно так называемыми «тяжелыми» металлами (Pb, Co, Mg). Попадая в краску, эти соли разрушают кислородные связи в молекулярной структуре дисперсионной среды и образуют реакционно-способные радикалы, которые последовательно «сшивают» между собой соседние молекулы связующего, т.е. инициируют его полимеризацию, ускоряя тем самым процесс пленкообразования. Данный способ химического закрепления подвержен влиянию внешних условий (температуры, влажности воздуха) кислотности бумаги, а также природы пигмента. В качестве сиккативов также применяют некоторые органические вещества (кислоты, перекисные соединения – так называемые пероксиды), которые наряду с ионами обычных сиккативообразующих металлов могут вводиться не в краску (или не только в краску), но и в бумагу, выполняя функцию дополнительного катализатора процесса автооксидации пленкообразующего компонента.

Вторая группа методов характеризуется использованием для ускорения закрепления красок различных излучающих устройств.

Наиболее широкое применение в этой связи получили тепловыделяющие устройства, использующие в качестве промежуточных теплоносителей (как отдельно, так и в определенных сочетаниях) нагретый воздух, горячую воду или открытое газовое пламя. Их главная технологическая функция – ускорение процесса тиксотропного структурообразования в красках высокой и офсетной печати. Воздушные и – реже – водяные тепловыделяющие устройства используются также для ускорения испарения растворителей из красок глубокой и флексографской печати.

Современные технологии ускорения закрепления красок основаны на использовании следующих средств (табл. 2):

инфракрасное излучение (ИК);
 ультрафиолетовое излучение (УФ);
 облучение электронами;
 микроволновое излучение;
 нагрев горячим воздухом;
 нагрев газовым пламенем и др.;
 комбинация способов (например, микроволновое и ИК-излучение);

использование системы с ИК - излучения и модифицирование красок добавками (повышенное действие излучения «Хит-сет», «Квик-сет» и др.).

Таблица 2. Современные технологии ускорения закрепления краски

Вид	Источник	Расположение	Действия	Применение
ИК-излучение	Нагревательные элементы из различных металлов и сплавов мощностью 0,5-2,0 кВт	Лампа монтируется перед приёмным устройством или между печатными секциями, расстояние от бумаги 50 мм	Основная характеристика – длина волны поглощения плёнкообразующей смолы 1200-2500 мкм ($t=240-260$ С). Энергия излучения $2,77 \cdot 10^{-19}$ Дж	ИК - излучение не обеспечивает до конца мгновенного закрепления краски
УФ-излучение	Ртутно-кварцевые, ксеноновые, аргонные лампы среднего давления и мощностью до 10 кВт	Расстояние от запечатываемого материала 120 мм устанавливается между печатными секциями или перед приёмным устройством	Длина волны излучения 200-300 мкм Энергия излучения $1 \cdot 10^{-18}$ - $6,62 \cdot 10^{-19}$ Дж	Печать на металлической фольге, стекле, краски не содержат летучих растворителей, способных впитываться или испаряться. Недостатки: высокая стоимость красок. Достоинства: безвредность, не высыхает на валиках

Вид	Источник	Расположение	Действия	Применение
Облучение электронами	Электронные пучки с ускоряющим напряжением 5-50 кВт	Ускорение закрепления красок наносимых на металл при высокой толщине слоя	Энергия электронов $8 \cdot 10^{-16}$ - $4,8 \cdot 10^{-15}$ Дж, что значительно выше, чем энергия химических связей в молекулах	Недостатки: бумага желтеет, теряет прочность, рентгеновское излучение - требуется защита (свинцовые экраны)
Микроволновое излучение	Электромагнитная волна, возникает в контуре, через который протекает ток высокой частоты		Длина волны 1-30 см	Достоинства: разогрев в объеме красочного слоя, глубокая печать, флексографская, трафаретная и др. специальные виды печати

Краска должна хорошо схватываться с запечатываемым материалом. Обычными являются следующие варианты (а также комбинации):

- краска закрепляется механически на поверхности запечатываемого материала (проникает в поры, поглощается волокнами бумаги), этому способствует давление печати (например, офсетной);
- краска благодаря капиллярному действию проникает в поверхностные капилляры запечатываемого материала (например, струйная печать);
- краска закрепляется благодаря полярным взаимодействиям (химические/физические эффекты) между нею и запечатываемым материалом, особенно на очень гладких поверхностях.

Механизм и скорость образования красочной пленки на оттиске, ее структура и прочность зависят от состава краски, свойств бумаги, толщины красочного слоя, температуры окружающей среды и т.д.

Краски, изготовленные на высыхающих связующих, присоединяют кислород воздуха и в результате химпроцессов (окисление и полимеризация связующего) образуют на оттиске прочную пленку. При этом происходит и частичное впитывание краски верхним слоем бумаги.

Краски, содержащие невысыхающие масла (газетные), образуют на оттиске более тонкую и менее прочную пленку за счет впитывания всей краски слоями бумаги, далее происходит глубокое проникновение связующего, при котором пигменты и смолы отфильтровываются волокнами бумаги (адсорбция). Краски, высыхающие за счет впитывания или проникновения в запечатываемый материал, применяются преимущественно для нанесения на немелованную бумагу. Этот метод сушки наиболее часто используется в газетной печати и рулонной печати без сушки, тиражировании на ризографе (дупликаторе) и струйных принтерах. Состав краски (тонера) для дупликатора и струйного принтера отличается от офсетных красок, но метод закрепления похож.

Закрепление красок за счет испарения летучего растворителя с частичным впитыванием в верхние слои бумаги происходит в глубокой печати, оставшаяся на поверхности пленка состоит из смолы с частицами пигмента. Водно-дисперсионные лаки, флексографские краски (на водной основе либо на основе растворителей) также высыхают при испарении растворителя.

Краски, где в качестве связующего используются многокомпонентные лаки, имеют свои особенности. При закреплении избирательно впитываются бумагой низковязкие компоненты связующего и испаряются органические растворители, происходит слипание оболочек, окружающих пигменты, что приводит к образованию мягкой гелеобразной красочной пленки, которая затем затвердевает.

Для интенсификации пленкообразования краски на оттиске используют различные способы сушки: обдув горячим/холодным воздухом, сушка ИК-лучами, УФ-сушка (в зависимости от краски, от вида запечатываемой бумаги, хода технологических процессов и требований к качеству печати).

УФ-краски не содержат летучих субстанций, используются полимерные связующие. При действии УФ-излучения фотоинициаторы вызывают реакцию полимеризации, в результате образуется прочная красочная пленка. Этот процесс используется в плоской офсетной печати, флексографии и глубокой печати. УФ-краски используются преимущественно при печати на невпитывающих материалах, таких как пластмасса и желье, а также на высококачественных картонажных изделиях и этикетках. Краски УФ отверждения дают великолепный

глянец, так же как и лаки. Благодаря мгновенному отверждению, этот процесс обеспечивает многокрасочную печать в линию, устойчивость к истиранию и химическую стойкость.

Применяются также краски, отверждаемые под воздействием электронного излучения (ЭЛ-краски), которое действует прямо на связующее вещество, проникая глубоко в толщу красочного слоя, что позволяет отказаться от фотоинициаторов.

Основные преимущества красок, отверждаемых УФ – излучением и электронным лучом: «мгновенное» (1–100 мс) высыхание или затвердевание и, следовательно, возможность немедленной послепечатной обработки; отсутствие растворителя; не высыхают на валиках красочного аппарата; отсутствие или только небольшое нагревание запечатываемого материала в процессе печати; высокая механическая стабильность и химическая устойчивость.

Недостатки: дороже, чем стандартные печатные краски; сушильные устройства технически очень сложные; нужно по гигиеническим причинам аккуратное обращение с красками при использовании.

Офсетные печатные краски. Для офсетной печати необходимы пастообразные печатные краски высокой вязкости (динамическая вязкость $\eta = 40 \dots 100 \text{ Па} \cdot \text{с}$). Краска должна быть так составлена, чтобы она не высыхала на раскатных валиках красочного аппарата, а также при переносе с печатной формы на резинотканевое полотно. Слой краски 0,5–1,5 мкм.

Офсетные краски имеют следующие компоненты:

- *фирнисы* (связующие вещества) состоят в основном из твердых смол (20–50%) с высоким содержанием канифоли, алкидных смол (до 20%) с содержанием растительных масел (до 30%), таких как льняное, соевое, а также минеральных масел (20–40%) и различных сиккативов (<2%). Краски на основе нефтепродуктов (олифы) обладают прекрасными печатными свойствами, однако они содержат летучие органические соединения, которые обладают свойствами, неблагоприятными для окружающей среды. В красках на растительной основе соевое, льняное или рапсовое и др. масло частично или полностью заменяет нефтепродукты. Эти краски выделяют меньше летучих органических соединений. Растительные краски дороже традиционных красок, но они создают насыщенный и плотный цвет;

- пигментная часть (красители) зависит от цветового тона и количественно составляет 10–30%;

- вспомогательные добавки имеют долю до 10% (катализаторы сушки – соединения кобальта, марганца и других металлов; воски для улучшения прочности на истирание; вещества, предупреждающие преждевременное высыхание и образование пленки в банке с краской или на поверхности красочного ящика; в офсетном способе без увлажнения к краске примешивается силиконовое масло, препятствующее переносу краски на пробельные элементы формы).

Процентное соотношение некоторых компонентов краски может значительно меняться в зависимости от запечатываемого материала и требований к готовой продукции.

Краска должна обеспечивать печатно-технологические требования к офсетной печати. Особое значение имеют прозрачность (из-за субтрактивного смешения при наложении красок) и склонность к эмульгированию (взаимодействие краски и увлажняющего вещества).

Для листовой офсетной и высокой печати пастообразные краски на масляной основе — быстровысыхающие. Комбинация впитывания и испарения ускоряет высыхание и позволяет запечатывать вторую сторону листа бумаги или быстрее отправлять продукцию на послепечатную обработку.

Печатные краски для типографской печати. В типографской печати, которая применяется относительно мало, используют пастообразные краски ($\eta = 50\text{--}150 \text{ Па} \cdot \text{с}$), главные составные части которых – органические и неорганические пигменты и фирнисы. На бумаге и картоне они высыхают, как и офсетные печатные краски, за счет впитывания запечатываемым материалом, а затем за счет реакции окислительной полимеризации. При печати на невпитывающих материалах – как на прозрачной, так и металлизированной бумаге – высыхание происходит при использовании так называемых фольевых красок исключительно за счет реакции окислительной полимеризации.

Печатные краски для глубокой печати. Существенные различия между красками глубокой и офсетной печати заключаются в вязкости. В глубокой печати требуется жидкая краска ($\eta = 0,05\text{...}0,2 \text{ Па} \cdot \text{с}$, а в иллюстрационной глубокой печати даже с вязкостью $0,01 \text{ Па} \cdot \text{с}$), которая при высокой скорости печати может заполнять ячейки форм. Красочный слой может быть и более 2 мкм.

Красочный аппарат глубокой печати – самый «короткий» (кратчайший путь краски от красочного ящика до бумаги) из всех применяемых традиционных видов печати. Он включает красочный ящик, из которого краска поступает прямо на печатную форму, и ракель. Закрытая система аппарата позволяет использовать краски с низкой вязкостью. Химическая рецептура красок в связи с прямым переносом на запечатываемый материал допускает принципиально большие возможности варьирования состава. Составление и изготовление красок глубокой печати проще, чем офсетных.

Растворители имеют особенно большое значение при составлении красок для глубокой печати. Они обеспечивают низкую вязкость, с их помощью можно изменять также концентрацию пигментов или оптическую плотность краски. Для печати иллюстраций и упаковки применяют совершенно различные растворители в связи с различными требованиями к современной упаковке.

Для печати иллюстраций используется толуол (это продукт нефтехимии, бесцветная горючая жидкость). Являясь идеальным растворителем для используемых компонентов связующего, высыхает при сравнительно невысоких затратах энергии. Отработанный толуол может регенерироваться с очень высоким выходом в спецустройствах. Используется также бензин (из-за опасности возгорания во многих государствах запрещены к использованию).

Важнейшие растворители для глубокой печати на упаковках: этиловый спирт; этилацетат (уксусный эфир); вода (также совместно с органическими растворителями, такими, как например, спирты).

Для выполнения особых требований к упаковке (например, никакой реакции с упакованным продуктом или впитывания запаха) применяют печатные краски, содержащие различные органические растворители. Однако их использование значительно меньше, чем неорганических растворителей.

Печатные краски для флексографской печати. В флексографской печати краски по вязкости близки краскам глубокой печати (0,05–0,5 Па • с), а толщина слоя достигает 1 мкм.

Регулировка вязкости краски особенно важна для достижения высокого качества печати. При этом не должно быть выдавливания краски за края участков изображения. Краски должны иметь высокую плотность, хорошее расщепление наносимого слоя, а также обеспечи-

вать заполнение ячеек на анилоксовом (растровом) валике. Ассортимент различных пигментов при изготовлении краски во флексографском способе печати очень разнообразен, что ведет к широкому спектру их применения для выпуска продукции. Как в глубокой, так и в флексографской печати решающую роль играет тип растворителя. Он испаряется после нанесения на запечатываемую поверхность благодаря подводу тепла. В результате на оттиске остается сухая красочная пленка. В многокрасочной печати применяют промежуточную сушку, т. к. печать «сырое по сырому» ведет к переносу предыдущей нанесенной краски в следующий красочный аппарат. Во флексографии используют преимущественно следующие растворители: этилацетат; спирты; воду. В качестве красящих веществ служат в основном пигменты. Водорастворимые краски используются преимущественно в упаковочной печати, УФ-краски преобладают при печати этикеток.

9. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МНОГОКРАСОЧНОЙ ПЕЧАТИ

Процесс многокрасочного печатания можно (по аналогии с печатным процессом вообще) определить как процесс многократного получения одинаковых по заданным показателям цветных оттисков путем последовательного переноса с цветоделенных форм цветных красок на запечатываемый материал.

Из этого определения следует, что для многокрасочного печатания используется несколько форм, количество которых равно количеству используемых красок. Поэтому оно разделяется на следующие виды:

двухкрасочное (две формы и две краски),
трехкрасочное (три формы и три краски),
четырёхкрасочное (четыре формы и четыре краски) и т. п.

Поскольку многокрасочное печатание осуществляется путем последовательного переноса цветных красок на запечатываемый материал, следует заметить, что перенос краски может происходить по-разному:

на незапечатанный участок оттиска;
на уже запечатанный участок оттиска;
частично на запечатанный и частично на незапечатанный участки оттиска.

В современной растровой трех- и четырехкрасочной офсетной или высокой печати элементарные красочные слои располагаются таким образом, что в светах полутонового изображения имеет место первый вариант наложения, в тенях – второй, а в полутонах – третий. Так осуществляется синтез цветов при многокрасочном печатании. Его основой является трехкомпонентная теория цветного зрения, важнейшие положения которой были высказаны в XVIII в. М. В. Ломоносовым и получили развитие в работах Максвелла и Гельмгольца во второй половине XIX в.

9.1. Синтез цвета в печатном процессе

Глаз человека воспринимает излучения как от светящихся, так и от несветящихся объектов. К последним относятся красочные изображения на оттисках, полученных при многокрасочном печатании.

Существуют два способа получения заданного цвета — аддитивный и субтрактивный.

Аддитивные цвета RGB (красный, зелёный, синий). Используются в цифровых камерах, сканерах, на экранах мониторов. В комбинации цвета RGB дают белый, а варьируя их относительную интенсивность, можно получить массу оттенков.

Субтрактивные цвета CMY + K (голубой, пурпурный, жёлтый и чёрный). Используются при печати, когда восприятие цвета зависит от пигмента, который впитывает (отделяет) фрагменты видимого светового потока, давая желаемый оттенок. Теоретически чёрный цвет реально получить наложением трёх основных цветов, но из-за несовершенства пигментов к процессу добавили отдельную чёрную краску. Наложение (треппинг) цветов даёт производные оттенки.

Оба эти способа нашли применение и в многокрасочном печатании. В практике многокрасочного печатания аддитивный синтез достигается методом пространственного смешения цветов, при котором используется ограниченная разрешающая способность глаза. Если размеры световых потоков меньше разрешающей способности глаза, то глаз не в состоянии разделить их пространственно. И если эти потоки имеют разную интенсивность, они, действуя на одно и то же место сетчатки, воспринимаются как один поток суммарной интенсивности, или суммарного цвета. Такой способ реализован в многокрасочном растровом печатании. Например, отдельные разноокрашенные растровые элементы в светах многокрасочного оттиска (при линиатуре раstra 60 лин/см) воспринимаются не отдельно, а в виде сплошного пятна, цвет которого зависит от соотношения количеств единичных красок. Аддитивный синтез подчиняется вполне определенным законам, сформулированным Г. Грасманом. Согласно первому закону, любой цвет может быть получен при смешении трех линейно независимых цветов. А это означает, что при смешении любых двух из этих цветов не должен получаться третий. Однако из существующего неограниченного числа линейно независимых комбинаций трех цветов выбирают только ту, которая воспроизводится легче. Наиболее подходящей в этом отношении является комбинация основных цветов: красного, зеленого и синего (рис.78, а,б).

Субтрактивный синтез, в отличие от аддитивного, основан не на сложении, а на вычитании цветов. Образование цвета происходит при прохождении белого цвета, содержащего основные цвета, через

прозрачные окрашенные среды. В этом случае цвет возникает вследствие избирательного поглощения части излучения из общего.

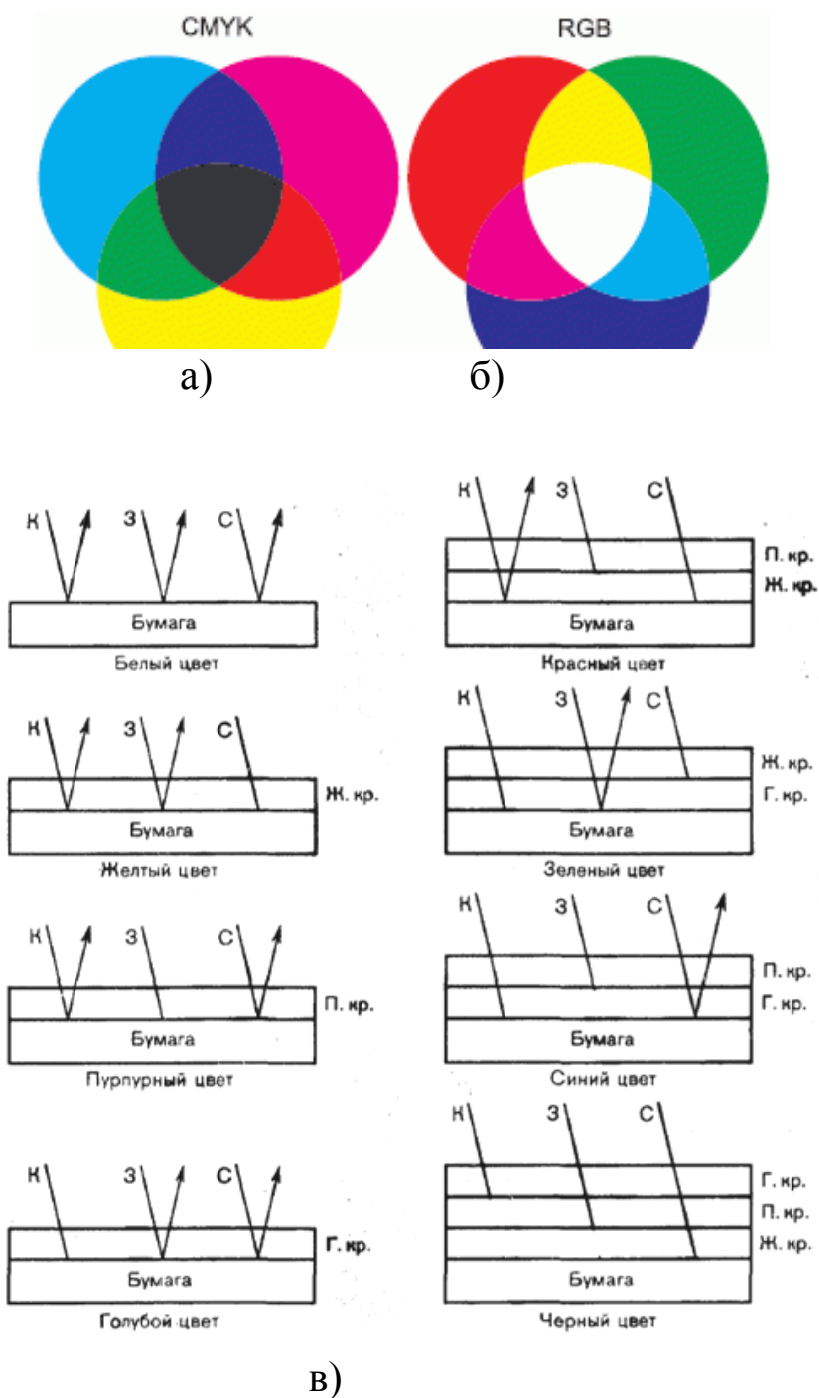


Рис. 78. Синтез цвета: а – субтрактивные цвета CMY + К (голубой, пурпурный, жёлтый и чёрный); б – аддитивные цвета RGB (красный, зелёный, синий); в – схема образования основных и дополнительных цветов при субтрактивном синтезе триадных печатных красок; излучения: К – красное; З – зеленое; С – синее; краски: Ж – желтая; П – пурпурная; Г – голубая

Рисунок 78,в иллюстрирует случай идеального субтрактивного синтеза, выполненного при условии использования источника с единичными основными излучениями, красок, абсолютно прозрачных в зонах пропускания и полностью поглощающих одну третью часть спектра, и подложки, полностью отражающей падающий свет. В результате такого субтрактивного синтеза образуется восемь различных цветов: белый при отсутствии красок (незапечатанная бумага), три дополнительных цвета при наложении на подложку одной триадной краски, три основных цвета при попарном совмещении триадных красок, черный при тройном наложении тех же красок.

При таком идеальном синтезе отраженные излучения по интенсивности не будут отличаться от падающих. Причем, как бы ни менялась толщина красочных слоев, эффект отражения не будет меняться. Идеальная подложка характеризуется 100%-ным отражением по всему спектру. Если взять другую подложку, например, отражающую равномерно 80% упавшего света, то все отраженные излучения, прошедшие через слой краски (или красок), не будут больше этой величины. Таким образом, для получения иных цветов, кроме восьми, указанных выше, надо менять интенсивность основных излучений. Практически это осуществить невозможно, да и не нужно по той причине, что у реальных триадных красок, в отличие от идеальных, поглощающая способность в зонах поглощения зависит от толщины слоя краски или от концентрации в ней пигмента. Чем меньше толщина слоя краски, тем в большем количестве проходит излучение в зоне поглощения и тем выше светлота полученного цвета и меньше его насыщенность. Именно эта особенность реальных красок создавать при наложении разнотолщинных слоев различные комбинации цветов использована в глубокой печати.

Наиболее серьезное влияние на качество многокрасочной печати оказывает *бумага*. Восприятие качества зависит от её визуальных (глянец, яркость, непрозрачность) и тактильных (жесткость, шероховатость) свойств. Не менее важен для воспроизведения цвета совокупный эффект от бумаги и краски. Поверхность и оттенок бумаги способны изменить цветовой охват, кроме того, на воспроизведение цвета влияет структура бумаги и растискивание краски на оттиске.

На рис. 79,а показан принцип отражения, при котором голубая краска на гладкой, плотной поверхности выглядит насыщеннее, поскольку не впитывается в бумагу и направленно отражает белый свет, а на рис.79,б голубая краска на грубой, пористой поверхности выглядит менее яркой, поскольку впитывается в бумагу и рассеивает свет в направлении зрителя.

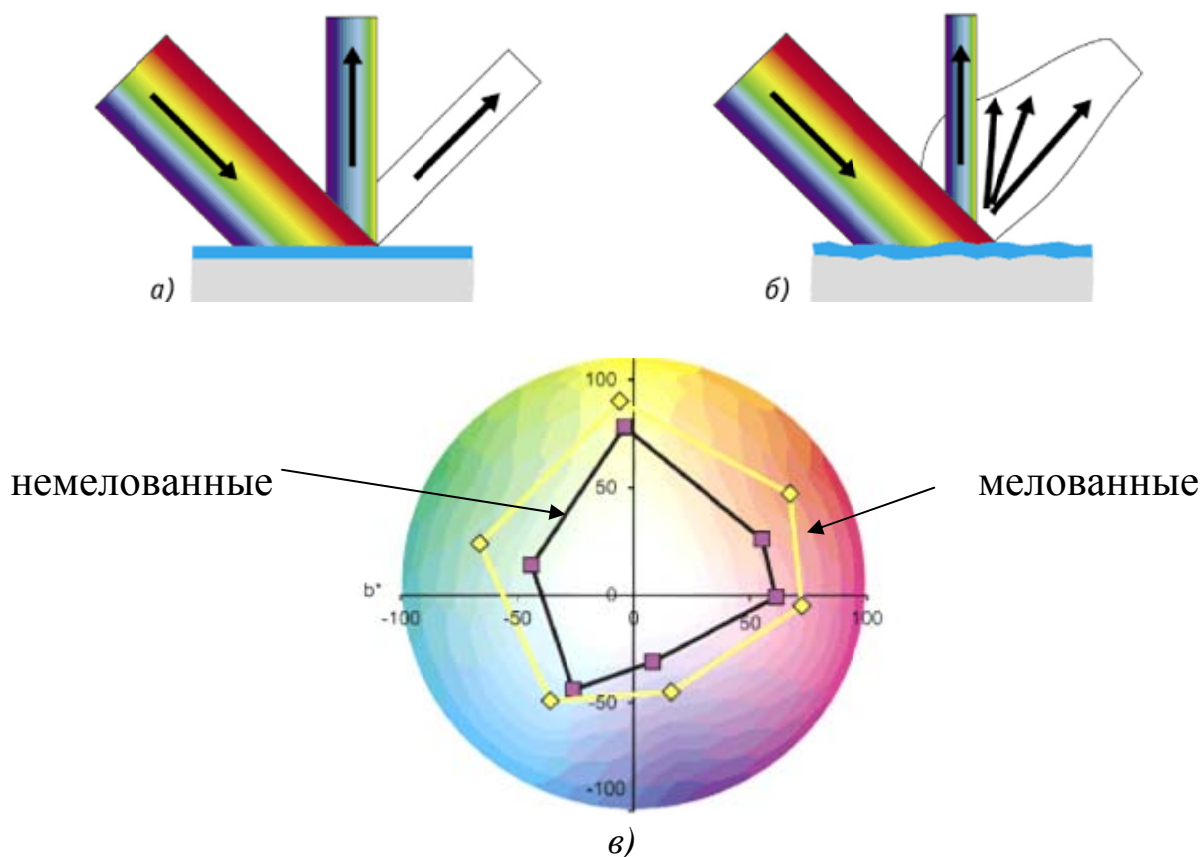


Рис. 79. Влияние свойств бумаги на цветовосприятие

Достижимый цветовой охват зависит от шероховатости и пористости бумаги (рис.79, в). Часть падающего на её поверхность света отражается, а часть поглощается красочным слоем. Очень грубая поверхность рассеивает белый свет в разных направлениях, снижая насыщенность оттенка. В пористую бумагу краска впитывается глубже и становится более тусклой. Мелованная бумага – более гладкая и не такая пористая.

Между цветовым охватом и суммарной красочной плотностью есть прямая зависимость: чем выше показатель суммарной красочной плотности, тем проще увеличить цветовой охват. Для каждой комбинации «бумага/краска» есть оптимальное соотношение, гарантирую-

щие стабильные и высокие печатные характеристики (даже с учётом того, что для разных сортов бумаги достижимый показатель суммарной красочной плотности будет разным).

Оттенок бумаги становится пятым цветом в печати, влияя на цветовой охват. Воспроизведение практически белых объектов в сюжете зависит от оттенка бумаги – на печати эти цвета очень сложно, а подчас и вообще невозможно отрегулировать. Для немелованных сортов бумаги цветовой охват будет почти наполовину меньше, чем для мелованных.

На цветовосприятие влияет также последовательность наложения красок на оттиск при печатании. Стандартная *последовательность красок* в листовой печати – КСМУ. В некоторых случаях приходится печатать по схеме КМСУ. Например, печатник может выбрать вариант М+С, когда синий не получить комбинацией С+М.

9.2. Явление муара при многокрасочном печатании

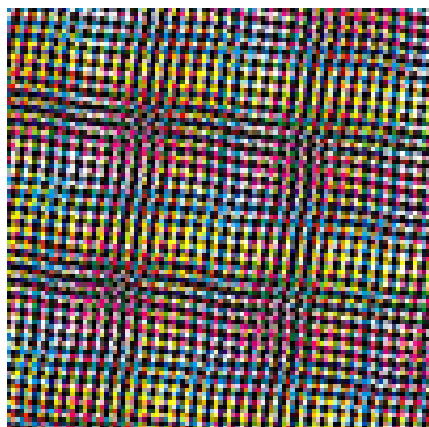
Цветоделенные фотоформы при регулярном растривании представляют собой регулярную повторяющуюся структуру растровых точек, имеющих различный размер и отстоящих друг от друга на равном расстоянии. Количество таких точек на единицу длины называют пространственной частотой или линиатурой растра. При наложении в простейшем случае двух растровых структур друг на друга получаем новую растровую структуру, содержащую как суммарную, так и разностную составляющую исходных растровых структур. Частота муара равна разности частот накладываемых структур.

Период муара определяется взаимной ориентацией растровых решёток. Для двух линейных растров монотонные изменения периода муара и его картина повторяются через 180° , а для точечных ортогональных и гексагональных, соответственно через 90° и 60° .

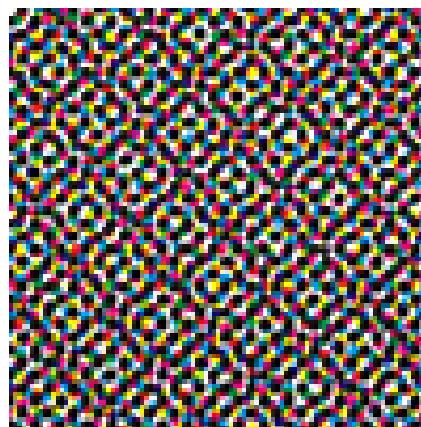
При совпадении решёток (угол 0° и углы кратные указанным выше) период муара стремится к бесконечности. Однако незначительная, в половину шага линиатуры, нестабильность приводки печатного листа приводит к резким отклонениям общего тона и цвета в тираже – цветовому дисбалансу.

При совмещении под углами $5-10^\circ$ муар образует крупные контрастные сгустки и разряжения растровых точек, располагающиеся в узлах новой, относительно грубой решётки. При симметричном ортогональном растре такой особенно заметный паразитный рисунок называют квадратным муаром (рис.80, а).

По мере увеличения угла размеры сгустков и разряжений уменьшаются, а их частота растет. Т.о. критическим углам попарного совмещения растровых решёток 90° , 45° , 30° соответствуют минимальные значения периода муара и его предельно высокая частота. В таких случаях печатные элементы разных красок образуют специфическую, менее заметную круговую структуру – розеточный муар (рис.80, б).



а) квадратный муар



б) розеточный муар

Рис. 80. Муар многокрасочной печати

Контраст муара определяется тоном или относительной площадью печатных элементов совмещаемых участков цветоделенных изображений. Контраст пятен муара монотонно ослабевает от участков средних тонов к теням и светам. Т.е. муар имеет максимум своего проявления в области полутонов. Это связано с тем, что элементы растра, формирующие разностные частоты, имеют максимальный размер при 50% растровой точке. В диапазоне от 0% до 50% растр формируется увеличивающимися пятнами краски на фоне более светлой бумаги, а в диапазоне от 50% до 100% посредством уменьшающихся незаполненных краской пробелов. И хотя муар присутствует практически во всем тоновом диапазоне, в области светов и теней он менее заметен, аналогично тому, как менее заметна растровая структура при 2% и 98% по сравнению с 50%.

Методы коррекции муара делятся на следующие группы:

точное совмещение растровых решёток цветоделенных изображений;

поворот растровых решёток относительно друг друга на угол, превышающий 30° ;

нерегулярное размещение печатных и пробельных элементов.

Первые два метода воздействуют на частоту муара, стремясь сделать её предельно низкой или же напротив, предельно высокой. Третий вариант исключает периодичность растровой решётки как потенциальный источник муара.

В двухкрасочной печати период муара минимален, когда два линейных, ортогональных или гексагональных растра повернуты друг относительно друга соответственно на 90° , 45° и 30° . Отклонения от этих углов из-за неприводки или неточного монтажа фотоформ чреваты значительно меньшим ростом периода муара и, следовательно, его заметности, чем при нулевом угловом совмещении.

Растровая структура изображения третьей краски, добавляемой к уже напечатанным с такой взаимной ориентацией двум первым, взаимодействует с каждой из них. Поэтому приемлемым компромиссом для неё являются углы 45° , $22,5^\circ$ и 15° соответственно для каждой из трёх указанных геометрий растра. Аналогично для размещения растра четвёртой краски внутри периодов этих графиков остаются углы 135° , $67,5^\circ$ и 45° .

Нерегулярные растры позволяют эффективно бороться с муаром. Данный подход к коррекции муара многокрасочной печати основан на нерегулярном размещении печатных элементов на изображении. В ряде способов электронного растрирования общий рост запечатываемой площади по мере усиления воспроизводимого тона сопровождаются псевдослучайным изменением формы, размеров и частоты размещения печатных элементов и пробелов.

Преимущества данного метода:

отсутствие розеточной структуры и меньшая заметность растра при низкой разрешающей способности печати;

отсутствие дисбаланса в цветопередаче из-за отклонений в приводке.

Первое из этих преимуществ актуально, например, для цветной печати газет с учетом низких значений линиатур и частот розеточного муара традиционных растров.

10. ФОРМИРОВАНИЕ И РЕГУЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ НА СТАДИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОТТИСКА

Качество готовой печатной продукции зависит от всего процесса репродуцирования, который отличается длительностью, многоциклическостью и многопроцессностью. На любой стадии возможны сбои и отклонения от нормы, что, конечно, скажется на качестве печати.

В общем случае качество печати определяется всей совокупностью характерных признаков, которые оптимально удовлетворяют материальным и культурным потребностям определённой группы людей. В этом определении следует отметить, что качество печати нельзя оценить каким-то одним показателем и что качество печати должно соответствовать определённому уровню требований, в зависимости от назначения издания.

Учитывая общую тенденцию к повышению качества печатной продукции, в последнее время произошли серьёзные изменения в нормах и допусках показателей качества и в методах их оценки.

Во многом повышению качества печати способствовало развитие метрологии печатных процессов, применение квалитметрических методов в подходе к оценке качества оттисков и применение систем автоматического контроля и регулирования всей работы печатной машины.

Метрология разрабатывает методы измерения величин, определяющих и характеризующих свойства печатного изображения. Это могут быть методы непосредственного измерения этих величин или определения их через функциональные зависимости входных и выходных параметров печатного процесса.

Сложность печатного процесса заключается в том, что большое количество выходных параметров оттисков зависит от большого количества входных параметров, т.е. от параметров печатной формы, состояния печатной машины, характеристики печатных материалов и режимов печатания.

Знание функциональных зависимостей между входными и выходными параметрами позволяет на печатной машине регулировать режимы печатания по параметрам получаемого оттиска.

Для непосредственного измерения всех линейных размеров печатных элементов и всего оттиска разработано большое количество измерительной техники: от обычной контрольной линейки с точно-

стью 0,2 мм, луп с разной степенью увеличения и точностью измерения до измерительных приборов типа ИЗА-2, дающих точность 0,0001 мм.

Для измерения оптической плотности служат денситометры. Цветовые характеристики оттисков можно определить с помощью цветных денситометров – колориметров, спектрофотометров и т.д.

Метрология – это только инструмент, помогающий определить параметры печатного изображения или величины того или иного режима печатания.

Для оценки качества печати пользуются дифференциальными или интегральными методами. При дифференциальном подходе все параметры оцениваются отдельно с учётом требований к ним. Комплексный метод основан на квалиметрических принципах и позволяет от оценки единичных показателей выйти на общую оценку качества исполнения всего оттиска или издания в целом.

Квалиметрия печатного изображения с помощью метрологических методов измеряет показатели качества оттисков, определяет их допустимый диапазон, их весомость (значимость) и в конечном итоге даёт комплексную (интегральную) количественную оценку качества печатной продукции.

Примером такой комплексной оценки качества исполнения издания по группам формных, печатных и брошюровочно-переплётных процессов является методика, разработанная ВНИИКПП для книжных изданий, по которой по единичным показателям начисляются баллы дефектности, а их суммирование приводит к возможности делать комплексную оценку.

При интегральном методе с помощью квалиметрических принципов выходят на комплексный показатель качества K_0 , который представляет собой чаще всего линейную функцию

$$K_0 = f(n_i, m_i, k_i), \text{ при } i = \{1; n\},$$

где n_i – число учитываемых показателей качества;

m_i – коэффициент весомости i – го показателя;

k_i – относительный i – й показатель.

Для нахождения K_0 необходимо:

определить номенклатуру (перечень) показателей качества и исключить повторы и несущественные показатели;

объединить показатели в группы и подгруппы, построив иерархическую группу, где в последнем уровне представлены единичные показатели качества;

определить коэффициенты весомости на всех уровнях (например, методом экспертиз и статистическим анализом) и отбросить показатели с низким коэффициентом весомости;

определить вид функции K_0 .

Можно выделить следующие основные принципы квалиметрии:

точное установление условий и целей оценки качества;

оценка каждого свойства на любом уровне зависит от совокупности оценок свойств более низких уровней;

оценка качества на любом уровне зависит от принятых базовых показателей качества;

коэффициенты весомости свойств на любом уровне зависят от требований, предъявляемых к соответствующим свойствам на предыдущем уровне.

10.1. Единичные показатели оттисков

Качество печатной продукции – достаточно спорное понятие и это связано с рядом сложностей при его оценке. Качество печатной продукции определяется следующим образом:

с одной стороны оно имеет субъективную оценку лишь зрительного восприятия человека;

с другой стороны – объективную оценку со стороны возможностей полиграфической техники и технологии.

При субъективной оценке сравнивается качество полученного изображения с эталоном. Соответственно, чем меньше между ними различий, тем выше качество.

Особенность такой оценки заключается в психологии восприятия изображения. Это означает, что психологическая оценка является недостаточно надежным способом определения точности или качества печатного изображения.

Поэтому для оценки качества печатной продукции применяют *метод визуальной экспертизы*. Метод состоит в опросе нескольких экспертов. В результате осреднения полученных оценок делают заключения о качестве продукции (изображения). Метод дает достаточно достоверные представления о качестве. Это достигается за счет включения в состав экспертной группы как специалистов, так и неспециалистов. Поэтому суммарная оценка складывается из мнений «среднего» наблюдателя и профессионала. Оценки ставятся по пятибалльной шкале от «неудовлетворительно» до «отлично».

Визуальная оценка проводится также для оценки погрешностей, обнаруживаемых на изображении. Погрешности оцениваются по степени их выявленности словами: «незаметно», «еле заметно» и т.п.

Вообще, кроме потери мелких деталей на изображении, можно установить изменения или несоответствия светлоты или цвета на отдельных участках и т.п. Таким образом, визуальным методом проводится комплексная оценка изображения.

Это означает, что любое изображение характеризуется совокупностью отдельных свойств. И при изменении хотя бы одного из них произойдет потеря качества всего изображения.

Следовательно, каждое из таких свойств является дифференцированным показателем качества воспроизведения изображения.

Показатель качества, характеризующий лишь одно из свойств печатного изображения, называется *единичным показателем качества*.

Соответственно, под *качеством печатного изображения* понимают совокупность единичных показателей, которые определяют (показывают) степень пригодности печатной продукции для использования по назначению.

Совокупность единичных показателей, используемых при оценке изображения, определяется требованиями нормативных документов – ГОСТов, технологических документов и инструкций, в которых указываются не только номинальные значения единичных показателей, но и допустимые отклонения от номинала.

Важнейшими единичными показателями качества печатной продукции являются следующие:

- оптическая плотность изображения;
- цветовой тон, чистоты цвета, светлота;
- совмещение красок на оттиске;
- равномерность распределения краски на оттиске;
- четкость воспроизведения изображения;
- растискивание элементов изображения на оттиске.

Каждый из этих показателей может быть измерен и выражен размерными (безразмерными) единицами.

В зависимости от вида печатной продукции может меняться набор (совокупность) единичных показателей и требования к ним. Требования к единичным показателям регламентируются определен-

ными стандартами, например, «Оригиналы изобразительные для полиграфического репродуцирования. Общие технологические условия».

Согласно стандарту, оригиналы (изображения) делятся: на одноцветные и многоцветные, прозрачные и непрозрачные.

Соответственно выбор единичных показателей для каждого оригинала будет различным. Например, при печати одноцветного изображения не проводят оценку цветового тона и насыщенности, а также совмещения красок на оттиске, но важны: четкость воспроизведения изображения; требования к оптической плотности.

После того как проведено сравнение по единичным показателям качества тиражного оттиска и эталона (контрольного оттиска), дается разрешение на печатание тиража. Качество тиражных оттисков теперь будет зависеть лишь от стабильности печатного процесса.

Оптическая плотность оттисков является нормированной величиной и обозначается в качестве денситометрических норм печатания. То есть значение оптических плотностей оттиска должно быть строго определенной величиной с минимальными отклонениями, измеряется в [единицах оптической плотности].

Замеры плотностей всегда проводятся на сплошном (безрастровом) изображении – плашке, причем эти значения должны быть одинаковыми (с учетом допуска) на любом участке оттиска. Т.к. значению оптической плотности соответствует определенное значение толщины красочного слоя, то основное требование к условиям проведения печатного процесса – сохранение значений оптической плотности на протяжении всего тиража.

На величину оптической плотности влияет целый ряд факторов, приведем некоторые из них:

релаксация напряжений в декеле (снижение давления в печатной паре) и неоднородность запечатываемого материала препятствуют равномерному переходу краски на оттиск и равномерному распределению оптической плотности;

в офсетной печати влага проникает в краску и происходит изменение ее вязкости, что приводит к снижению оптической плотности;

в глубокой печати вязкость краски меняется постоянно из-за испарения растворителя из красочного ящика, что приводит к повышению оптической плотности;

неравномерное распределение оптической плотности в целом сильно зависит от структурной неоднородности отдельных участков бумаги (различные пористость и впитывающая способность).

Зональные оптические плотности одноцветных плашек измеряют на денситометре за дополнительными светофильтрами:

голубой за красным;

пурпурный за зеленым;

желтый за синим;

черный за нейтрально серым.

Контроль оптической плотности D как одноцветных плашек, так и их наложений проводят по специальным шкалам, которые располагаются на оттиске в долевом направлении. Шкалы располагаются вне оттиска по его краям.

Цветовые показатели оттиска также являются нормируемыми величинами – устанавливаются измерением цвета выбранных участков оттиска на спектрофотометре или на трехфильтровом денситометре и рассчитываются известными методами.

Спектрофотометр позволяет получать не только спектрофотометрические кривые, координаты цвета, но и цветовые различия ΔE относительно эталона. Допустимые отклонения ΔE для каждой краски и бинарных сочетаний нормируются. Спектральная кривая дает наиболее полную характеристику цветовых показателей оттиска.

Совмещение красок на оттиске. Данный показатель определяют с помощью нониусных шкал или специальных меток. Шкалы располагаются на полях оттиска. В зависимости от вида шкал метки должны либо совпадать, либо находиться на определенном расстоянии друг от друга. Степень несовмещения красок определяется величиной отклонения расположения меток от заданного положения.

Причины несовмещения красок могут быть различными, например:

деформация бумаги в результате изменения влажности воздуха или растяжения и сжатия бумаги в течение всего процесса печатания может приводить к несовмещению красок при многоцветной печати;

несовмещение красок при печатании на многоцветных рулонных машинах может возникать из-за нестабильности натяжения бумажного полотна и колебаний печатных аппаратов (для устранения этого явления в рулонные машины ставят специальные устройства – стабилизаторы натяжения бумажного полотна – перед печатными

секциями, которые оснащают специальными автоматическими устройствами для регулирования натяжения);

несовмещение может возникать из-за нарушений в работе листопадающей системы (разброс положения листа может возникать при перемещении листа от самонаклада к передним упорам, при переходе на форгрейфер, в захваты печатного цилиндра и т.п., а т. к. в каждом из этих механизмов происходят вибрации, то возникает разброс в положении листа).

Равномерность распределения краски на оттиске. Данный показатель контролируется объективно измерением оптической плотности на денситометрах и субъективно (визуально).

Причины возникновения неравномерности разнообразны и характерны для любого вида печати:

неравномерность давления из-за релаксации декеля приводит к неравномерному переходу краски на оттиск;

неравномерность наката краски на форму;

неоднородность материала (бумаги), неравномерность бумаги по толщине.

Четкость воспроизведения изображения контролируется на оттиске воспроизведением макро- и микроштриховых элементов изображения.

К этому показателю можно отнести и разрешающую способность печатного процесса, характеризующуюся количеством отдельных, передаваемых на оттиске, линий, приходящихся на единицу длины.

Четкость определяется характером изменения оптической плотности на границе «запечатываемый элемент – пробел». Чем выше контраст между этими участками, тем выше четкость, т.е. четкость изображения зависит от равномерности распределения красочного слоя в пределах каждого элемента. К основным факторам, влияющим на четкость воспроизведения изображения, относятся:

размер элемента изображения (с уменьшением толщины (ширины) штриха, увеличивается его оптическая плотность, а следовательно уменьшается резкость изображения);

вид бумаги – из-за неоднородности бумаги контуры штрихов могут менять свою интенсивность, например газетной бумаги;

неравномерный контур, особенно это характерно для глубокой печати, где штриховые элементы на форме растрированы;

способ печати (например, в глубокой печати применяется растривание текстовых элементов – в результате штрихи знаков получаются нечеткими).

Растискивание определяет точность передачи градации как черно-белых, так и цветных изображений. При правильно организованном печатном процессе площадь растровых элементов на оттиске не должна отличаться от соответствующей площади их на форме. Растискивание зависит от таких факторов, как:

- давление печати;
- подача краски на форму;
- устойчивость пробельных элементов, определяемая характером избирательного смачивания их влагой и физическими свойствами красок;
- светорассеяние при изготовлении форм.

10.2. Подобие воспроизведения изображения в печатном процессе

Анализ качества печатного изображения по единичным показателям, в том числе и с помощью тест-шкал, фиксирует лишь конечный результат процесса. Конечно, в подготовке машины к печати, регулировании ее отдельных узлов, подаче краски, увлажняющего раствора и т.п. достигаются, как правило, оптимальные условия проведения печатного процесса. Однако при этом не могут быть учтены специфические признаки оригинала. Система оценки характера воспроизведения с учетом специфических признаков изображения (оригинала) основана на разделении оригиналов на основные группы. Несмотря на весьма обширную и детализированную систему классификации оригиналов, все их многообразие можно свести к трем группам - графические, полутоновые, цветные. Каждая из этих групп отличается своими специфическими признаками, которые и формируют требования к процессам полиграфического воспроизведения. Это привело к возникновению понятий о графической, градационной и цветовой точности воспроизведения оригинала.

Поскольку изображение на оттиске формируется совершенно другими средствами, в другом масштабе и т.д., чем оригинал, говорить о точности воспроизведения было бы неверно. Поэтому речь может идти только о подобии оттиска оригиналу. Отсюда необходимо сформулировать критерии подобия применительно к печатному (полиграфическому) процессу.

Две системы (изображения) будут подобны, если отношение двух схожих величин в той и другой системе будет постоянно. Предположим, что изображение на оригинале представляет собой прямоугольник, стороны которого равны L и l . После репродуцирования на оттиске получили прямоугольник со сторонами, равными L' и l' . Коэффициент подобия в этом случае будет равен

$$K = \frac{L}{L'} = \frac{l}{l'}.$$

Соответственно отношение площадей данной фигуры будет равно квадрату коэффициента подобия:

$$\frac{S_{op}}{S_p} = \frac{L \cdot l}{L' \cdot l'} = K \cdot K = K^2,$$

где S_{op} и S_p – площади оригинала и репродукции соответственно.

Графическое подобие воспроизведения. Графические элементы, состоящие из линий, штрихов, текста, микроштриховых растровых элементов, содержит практически любая печатная форма, и, следовательно, они являются основой любого репродуцируемого изображения. Соблюдение как размеров, так и положения указанных графических элементов на оттиске по отношению к тем же элементам на оригинале (форме) характеризуется графическим подобием (точностью).

В принципе для определения размеров и положения изображения на оттиске по сравнению с оригиналом достаточно установить соответствие линейных размеров и площади изображения на оттиске по сравнению с оригиналом (рис. 81).

На практике для однокрасочной печати величина допустимого перекоса (сдвига) сверстанной полосы не должна превышать 0,6мм. При печатании многокрасочной продукции допуск еще ниже и составляет 0,2-0,3мм. Особенно высоки требования к совмещению цветоделенных изображений при многокрасочном печатании. Допуски на несовмещение красок на офсетных машинах, например открыток или художественных репродукций, не должны превышать 0,1-0,2мм.

Системой допусков ограничивается, как правило, величина параллельного (вдоль осей X и Y) смещения полос, линий, штрихов и т.п., поскольку положение бумажного листа (и изображения на нем) определяется установкой бокового и передних упоров в листовыравнивающей системе печатной машины. Причинами графических искажений, в частности смещения элементов изображения, могут быть неправильная обрезка сторон бумажного листа, неточный его захват и т.п.

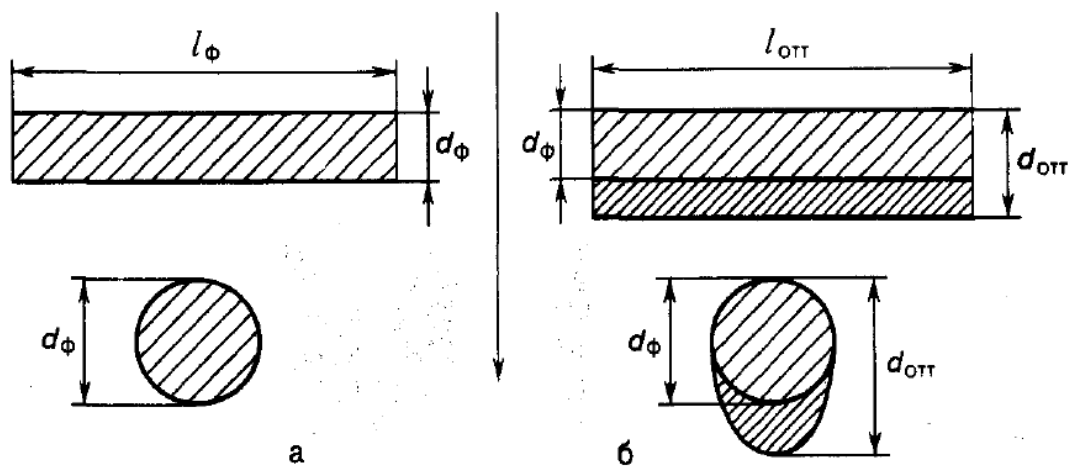


Рис. 81. Размерные параметры графических элементов на форме;
 а – оттиск; б – стрелка указывает направление движения бумажного листа
 при печатании

Искажения на оттиске происходят в результате изменения как общих размеров изображения, так и отдельных его элементов. Изменение общих размеров происходит в направлении движения листа в печатной машине, когда толщина декеля превышает нормативное значение. В этом случае размер изображения на оттиске будет больше изображения на форме за счет проскальзывания. Изображение на оттиске увеличивается по сравнению с изображением на форме вследствие изгиба последней по окружности формного цилиндра. В этом случае при сохранении подобия по ширине бумажного листа происходит его нарушение по длине.

Изменение размеров отдельных элементов изображения (штрихов, растровых точек и пр.) происходит из-за разности в скоростях формного и печатного цилиндров. Вследствие проскальзывания цилиндров относительно друг друга размер штрихов, расположенных перпендикулярно движению, будет увеличиваться в большей степени, чем штрихов, расположенных вдоль движения листа (рис. 81).

Искажения отдельных элементов во всех направлениях могут приводить как к увеличению, так и к их уменьшению. В нормализованном печатном процессе чаще происходит увеличение графических элементов. В высокой печати это связано с так называемым явлением растискивания. Растискивание лишь частично обязано собственно выдавливанию краски за пределы площадей печатающих элементов. В большей степени это связано с тем, что краска уже в момент наката на форму попадает (до погружения печатающих элементов в краску)

на боковые грани печатающих элементов. В результате размеры элементов изображения на оттиске оказываются большими, чем на форме. Причем из-за большего перехода краски именно с граней оптическая плотность по краям печатающих элементов оказывается больше, чем в центре.

В офсетной печати растискивание обязано тому, что при нарушении баланса краска-вода при недостатке увлажняющего раствора избыточная (лишняя) краска, появляющаяся на пробельных элементах, будет концентрироваться на границе с печатающими элементами. Эффект от выдавливания краски с печатающих элементов будет во много раз ниже, чем от вышесказанного.

В результате увеличения площадей печатающих элементов на оттиске по сравнению с формой (рис. 82) промежутки между ними будут уменьшаться, что приводит не только к уменьшению разрешающей способности, но и к изменению оптических показателей оттиска в сравнении с оригиналом.

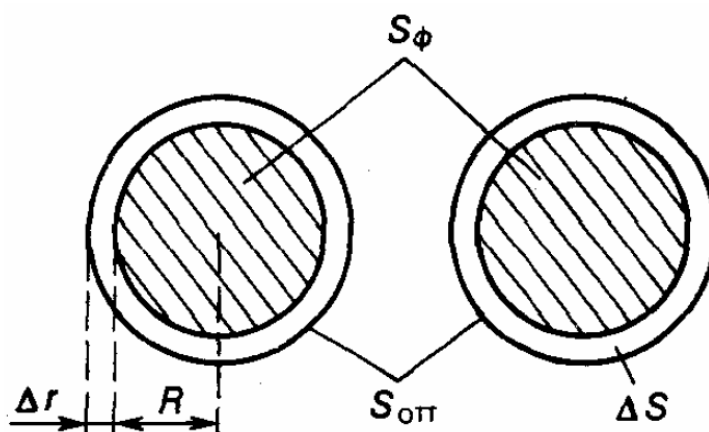


Рис. 82. Площади графических элементов на форме S_ϕ и оттиске $S_{отт}$; Δr – ширина ореола растискивания; ΔS – площадь ореола искажения

При печати растрового изображения коэффициент графических искажений

$$K = \frac{\Delta S}{S_\phi}$$

при одинаковых условиях печати (давление в печатной паре, скорость печатания и т.д.) будет тем больше, чем меньше площадь печатающего элемента формы.

Площадь ореола искажения ΔS хотя и зависит от относительной площади растровой точки, но в гораздо меньшей степени, чем ее

изменение от светов к теням. Что касается ширины ореола - растискивания, то он остается практически постоянным по всей шкале яркостей. Отсюда следует, что подобие растровых элементов оттиска и формы будет нарушаться в наибольшей степени в светлых участках оттиска (светах). С этой же целью при проведении формных процессов необходимо **корректировать уменьшение размеров печатающих элементов растровой шкалы именно в светах.**

Градационное подобие воспроизведения. В репродукционном процессе особое место занимает преобразование полутоновых элементов изображения оригинала. Если, как уже отмечалось выше, репродуцирование штрихового оригинала должно обеспечивать по возможности более полное соответствие линейных размеров, конфигурации и положения элементов изображения оригинала и печатного оттиска, то воспроизведение полутонового оригинала требует дополнительной технологической операции. Этой операцией является растривание, то есть превращение полутонового изображения в микроштриховое, отдельные элементы которого, как правило, лежат за пределами разрешающей способности глаза. Тем самым обеспечивается восприятие субъекта репродукции (печатного оттиска) в качестве именно полутонового изображения. Вне зависимости от того, является ли полутоновое изображение, подлежащее репродуцированию, одно- или многокрасочным, оригиналы и репродукции (печатные оттиски) должны характеризоваться определенными показателями, соотношение которых и позволяет установить критерии подобия. В качестве таких показателей применяют общий контраст, то есть соотношение максимального ρ_{\max} и минимального ρ_{\min} коэффициентов отражения участков полутонового изображения

$$K_0 = \frac{\rho_{\max}}{\rho_{\min}}$$

или соответственно интервалы оптических плотностей

$$\Delta D = D_{\max} - D_{\min},$$

где

$$D_{\max} = -\lg \rho_{\max},$$

$$D_{\min} = -\lg \rho_{\min}.$$

Другим показателем служит так называемый детальный контраст, то есть перепад коэффициентов отражения или оптических

плотностей при переходе от одного элемента изображения к последующему:

$$K_{\partial} = \frac{\rho_i}{\rho_i + \Delta\rho},$$

где $\Delta\rho$ – приращение коэффициента отражения при переходе от одного изображения (поля шкалы) к последующему.

Любое полутоновое изображение может быть представлено в виде отдельных участков, отличающихся коэффициентами отражения ρ или значениями оптических плотностей. Если расположить эти участки в последовательности возрастания оптических плотностей, получим градационную шкалу. Причем чем меньше значение детального контраста K_{∂} , тем с меньшими потерями будут переданы отличительные признаки (показатели) при его репродуцировании.

Обычно используются 8,10,12 – польные шкалы, при этом величина перепада оптических плотностей лежит в пределах 0,05-0,15. В отличие от оригинала (или диапозитива) на печатных оттисках (и печатной форме) градационная шкала представляет собой растровую шкалу, поля которой, при равенстве количества растровых элементов в пределах каждого поля, будут отличаться друг от друга соотношением площадей запечатываемого и пробельного участков одного растрового элемента. Иначе говоря, они будут отличаться площадями растровых точек, передающих краску с формы на запечатываемую поверхность. Отсюда следует, что воспроизведение градации оригинала является задачей как формного, так и печатного процессов.

Репродукционный процесс представляет собой, таким образом, совокупность формного и печатного процессов. Отсюда градационное подобие (и точность воспроизведения) будет определяться рядом факторов, важнейшими из которых будут следующие:

во-первых, степень соответствия (подобия) показателей печатной формы показателям оригинала;

во-вторых, комплекс технологических показателей основных материалов. И, наконец, технологические показатели печатного процесса (скорость печатания, давление в печатной паре, количество краски на форме и т.д.).

В целом полиграфическое воспроизведение полутонового оригинала оценивается характером зависимости градационной передачи изображения на печатном оттиске от градационной характеристики оригинала. Такая зависимость в координатах, называемая кривой тоновоспроизведения, имеет вид

$$D_{omm} = f(D_{OP}),$$

где D_{omm} и D_{OP} – оптические плотности соответствующих элементов изображения оттиска и оригинала.

На рис. 79 представлены кривые тоновоспроизведения для реального офсетного печатного процесса. Кривые на рис. 83 отражают результаты денситометрических измерений оттисков, полученных на мелованной бумаге и оригинале.

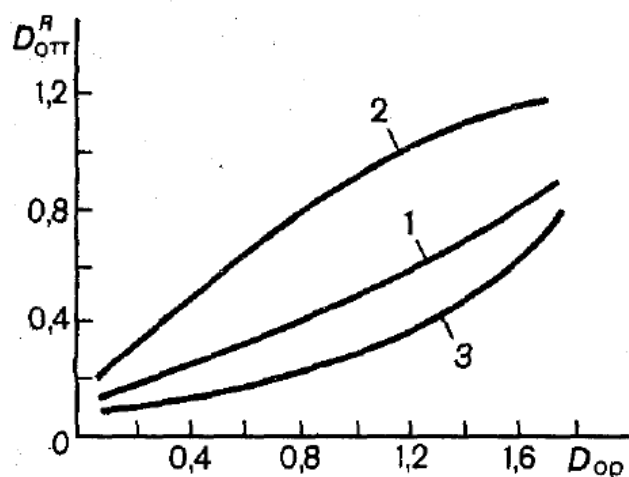


Рис. 83. Кривые тоновоспроизведения: 1 – нормальная передача градации; 2 – затемненная передача градации с контрастом, повышенным в светах и пониженным в тенях изображения; 3 – осветленная

Аналогичное явление имеет место и при градационной характеристике формного процесса (рис. 84). Здесь по абсциссе отложены значения относительных площадей растровых точек на форме. Нарушение в пропорциональности градационного преобразования приводит к тому, что одна и та же оптическая плотность передается на форме различными значениями.

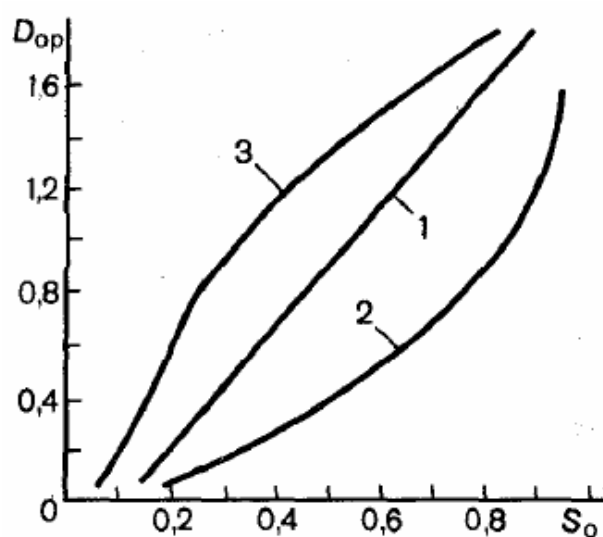


Рис. 84. Градационная характеристика формного процесса:

- 1 — нормальная (пропорциональная) передача градации;
- 2 — затемненная передача градации с контрастом, повышенным в светах и пониженным в тенях изображения;
- 3 — осветленная передача градации с контрастом, пониженным в светах и повышенным в тенях изображения

Причиной отклонения от идеального тоновоспроизведения (рис. 85) может быть много факторов:

необходимая максимальная оптическая плотность обычно больше D_{max} , которую можно получить на данных материалах и в реальных режимах печатания;

необходимая минимальная оптическая плотность может быть меньше оптической плотности бумаги;

неправильный выбор краски и бумаги (по реологическим свойствам и по оптической силе краски, по гладкости, белизне бумаги);

неточность проведения допечатных процессов (начиная с выбора масштаба, линиатуры раstra и т.п.);

неправильная настройка режимов печатания (давление, свойства декеля, количество краски и т.п.) и их разбалансировка в процессе печатания.

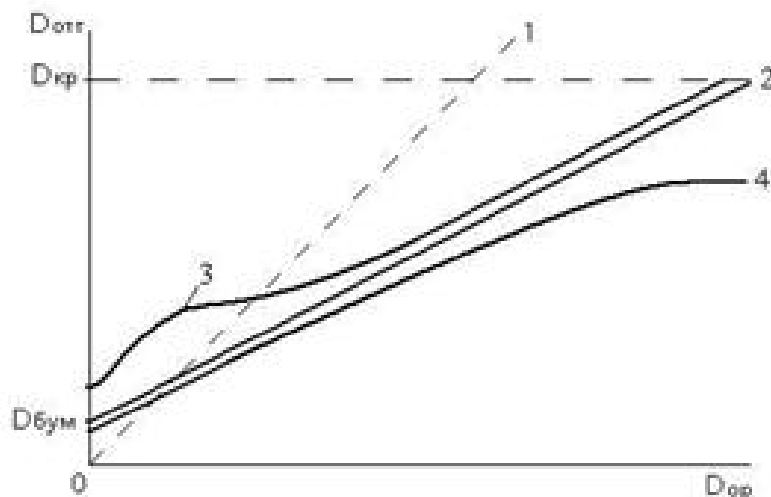


Рис. 85. Анализ тоновоспроизведения на печатных оттисках:
 1 – идеальное тоновоспроизведение; 2 – линейное тоновоспроизведение для данной пары печатных материалов; 3 – реальное тоновоспроизведение, характерное для высокой печати (потери в светах); 4 – реальное тоновоспроизведение, характерное для офсетной плоской печати (потери в тенях)

Подобие цветопередачи определяется сравнением и соизмерением цвета одних и тех же деталей на оттиске и оригинале (или с денситометрическими нормами по каждой краске).

В основе цветопередачи лежит графическое и градационное подобие по всем составляющим краскам. Любая триада печатных красок обладает определённым цветовым охватом, т.е. тем многообразием цветов и оттенков, которое она может воспроизвести на данной печатной бумаге, для чего печатаются специальные квадратные таблицы, состоящие из 10 градаций полутонов по каждой краске. По этим таблицам можно определить, подходят ли данная триада и бумага для воспроизведения данного оригинала.

На точность цветопередачи влияет много факторов:
 чистота цвета красок триады;
 оптические и печатно-технические свойства бумаги;
 графическая и градационная точность воспроизведения по каждой краске;
 сочетание аддитивного и субтрактивного смешения цветов (зависящее от просветов, рассеяния света слоями, муара и т.п.);

особенности взаимодействия красок при печати «по-сырому» и «по-сухому», т.е. по слою невысохшей и высохшей предыдущей краски;

порядок положения красок, который должен быть таким же, как при цветовом анализе.

У каждого из вариантов печатания («по-сухому» и «по-сырому») есть свои достоинства и недостатки.

При печати «по-сухому» многокрасочное изображение имеет более чёткие контуры, можно применять большее количество краски, будет больше $K_{пер}$, нет диффузии из слоя в слой. Но это более длительный процесс, невозможно внести коррективы в предыдущие краски, опасность несмачивания краски из-за резкого снижения краевого угла смачивания при закреплении краски, опасность неприводки.

Более оптимальным является метод «по-сырому», которым пользуются на многокрасочном оборудовании. Для него характерно быстрое получение многокрасочного синтеза, возможность внесения корректив в печать любой краски, нет опасности несмачивания краски краской, меньше опасность неприводки. Но наблюдается снижение чёткости контуров и диффузия слоёв друг в друга.

11. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ПЕЧАТАНИЯ В ОСНОВНЫХ СПОСОБАХ ПЕЧАТИ

11.1. Высокая и флексографская печать

Если до начала XX века способ высокой печати, можно сказать, был единственным, а в XX веке до 70-х годов основным, то в начале XXI века данный способ имеет очень незначительную область применения. Это в основном однокрасочная текстовая печать с небольшим количеством штриховых и полутоновых иллюстраций (менее 40 лин/см) с фотополимерных форм на газетных и книжно-журнальных ротациях, и даже в этой области офсетная печать вытесняет типографский способ.

В мировой полиграфии высокая печать, кроме уже названных рулонных ротационных машин, применяется на печатно-отделочных линиях, печатающих сразу все страницы издания и выдающих на выход готовые брошюры, а иногда и книги в переплёте. Строго говоря, данный способ не является классическим типографским, а по своим характеристикам ближе подходит к флексографскому способу, так как «бесконечные» формы состоят из эластичных полос текста и печать осуществляется жидкими красками УФ – отверждения.

Все проблемы высокой печати, вызвавшие её угасание, предопределяются рассмотренным ранее неравномерным распределением давления по печатной форме (так называемым «краевым эффектом»), требующим местной регулировки давления (приправки). Даже при применении эластичных фотополимерных форм и декельных материалов, имеющих «антикраевой эффект», не исключена необходимость приправки – это и служит причиной увеличенной трудоёмкости подготовки машин высокой печати.

Основной причиной приправки в высокой печати является именно неравномерное распределение давления («краевой эффект»). Дополнительные причины: неточности толщины формы, декеля и бумаги, а также индивидуальные геометрические погрешности печатной пары и прогиб в осях печатного и формного цилиндров.

Исторически в типографском способе технология приправочных работ была разнообразной и практически хорошо отработанной. Её делали путём рисовки приправочного оттиска и выклейки мест недостаточного давления бумаги разной толщины (папиросной, альбомной,

типографской). Приправочный лист помещается или под форму, или в декель. Рисовку приправки с металлических форм делали, ориентируясь на оборотный рельеф (приправка «с борота»), или на пропечатку (приправка «с лица»). Такая приправка называлась выравнивающей. Для полутоновых иллюстраций дополнительно делают силовую приправку, т.е. приправку, увеличивающую давление печати в тёмных местах изображений и уменьшающую в светах.

Применение фотополимерных форм и жёстких декелей с материалами типа «Декпласт» значительно сократило объём приправочных работ. Если со стереотипных форм на рулонных ротациях норма на приправку составляла 4-6 часов, то сейчас около 1,5 часов.

Особенно следует отметить, что при печати с фотополимерных форм необходимы более жёсткие накатные валики, имеющие микрометрическую настройку их прижима.

Однако следует отметить, что качество печати текста и штриховых изображений в высокой печати выше, чем в офсетной печати, благодаря «красочному валику» по периметру печатного элемента, создающему эффект объёмности изображения литер. Кроме того, можно достичь большей оптической плотности текста из-за большей толщины красочного слоя при прямом контакте формы с запечатываемым материалом.

Особо следует отметить, что у высокой печати наименьшее количество отходов бумаги при печати, благодаря стабильности и отработанности технологического процесса.

Но следует сказать, что недостатков у данного способа значительно больше, чем достоинств. Кроме вышеописанного необходимого и продолжительного процесса приправки (даже при флексографской печати давление достигает 20-25 кгс/см²), способ обладает достаточно низкой разрешающей способностью, большими ограничениями по иллюстративности, отсутствием многокрасочного оборудования. Всё это на сегодняшний день исключило возможность применения данного способа печати для многокрасочной иллюстрационной продукции.

Дальнейшее развитие во многих областях флексографского способа печати и достигнутые хорошие результаты в производстве упаковки позволяют этому способу развиваться во всем мире. Сегодняшние флексографские растрированные оттиски в зависимости от запечатываемых материалов и сюжетов приближаются по качеству к офсетной и глубокой печати. Флексографская печать превратилась в высо-

кокачественный промышленный способ печати. Ее доля на рынках производства печатной продукции в последние годы, в первую очередь в упаковочном производстве, выросла почти на 3%, при этом прогнозируется прирост и на последующие годы. В газетном же секторе флексографской печати в будущем отводится второстепенная роль.

В допечатных процессах флексография достигла заметного прогресса с введением технологии «компьютер – печатная форма». Большие достоинства цифровых технологий при изготовлении печатных форм обеспечивают высокое качество печати с незначительными градационными искажениями, позволяя экономить средства из-за исключения из процессов традиционных фотоформ и фотохимикатов (при соблюдении требований экологии), с возможностью дистанционной передачи информации, а также электронного монтажа.

К хорошим результатам печати относится, в частности, применение гильз как носителей печатных форм. Успешно применяются гильзы с приклеенными к ним печатными формами, полученными на материалах, чувствительных к лазерному излучению. В эксплуатацию введены бесконечные формы (гильзы), которые сравнимы с цилиндрами глубокой печати, позволяющие использовать длину всей окружности формного цилиндра. Реальностью стали полноформатные печатные формы, изготавливаемые цифровым способом без традиционного монтажа.

Для повышения экономичности способа флексографской печати в машины интегрируются робототехника, системы автоматического снабжения красками, а также устройства для чистки всех краскопроводящих частей машин. Эти системы будут развиваться и в будущем, способствуя улучшению обслуживания, обеспечивая качество печати и надежность.

11.2. Глубокая печать

Глубокая печать исторически долгое время (с XV до XX века) развивалась только, как ручной способ изготовления печатных форм (резцовые гравюры и офорты), и только с изобретением способа гемогравюры и rakelного механизма Карелом Кличем началось промышленное применение глубокой rakelной печати. В 1910 году была сделана первая машина глубокой печати «Рембрант». Но в течение XX века глубокая печать развивалась не такими бурными темпами, как оф-

сетная печать. В мировой полиграфии глубокая печать имеет две главные области применения: для высококачественной многокрасочной продукции (особенно многокрасочных элитных журналов) и для упаковочной продукции, что касается этикеточной продукции, то эта область применения глубокой печати постоянно растет.

У способа глубокой печати существует множество достоинств: самая высокая оптическая плотность ($D_{\max}=1,9$ и более); самая широкая градационная шкала (до 24 полей); линейность тоновоспроизведения; более простая конструкция красочного и печатного аппарата; равномерное давление в зоне печатного контакта; любое изображение может быть воспроизведено за счёт использования только трех печатных красок; наибольшие форматные возможности (ширина рулона 260 см и более).

Но у данного способа существует ряд серьезных недостатков, ограничивающих ее применение:

токсичность и пожароопасность способа (особенно при использовании толуольных красок);

большая опасность неидентичности печати из-за нестабильности вязкости красок на быстролетучих растворителях и несовершенства ракельного механизма;

необходимость растривания всего изображения, в том числе и текста, что снижает качество (удобочитаемость) текста;

«полошение» на оттисках по причине вибрации, царапин на ракеле и форме и т.п.;

дорогие формные цилиндры, что ограничивает применение данного способа печати для малых тиражей.

Учитывая большие потенциальные возможности данного способа печати, можно ожидать в ближайшее время восстановление положения глубокой печати у нас в стране для издательской продукции.

Технологическая схема подготовки машины глубокой печати имеет свои особенности. При подготовке бумаги особое внимание уделяется сорности бумаги, так как любая абразивная частица может привести к царапинам на форме или ракеле, поэтому необходимо применять пылеулавливающие устройства.

Подготовка краски также имеет свои особенности: введение толуола в краску до требуемой вязкости (14-18 с) и её фильтрация (на-

пример, через капроновое полотно). Оптимальная вязкость красок глубокой печати определяется в зависимости от состава печатной краски, впитывающей способности запечатываемого материала, глубины ячеек печатной формы, скорости печатания.

При подготовке печатного аппарата производится смена формных цилиндров (допуск отклонения от цилиндричности $\pm 0,01$ мм). На рулонных машинах глубокой печати печатный цилиндр заменён обрешеченным валиком (слой резины не менее 20 мм) небольшого диаметра, прижим которого к формному цилиндру осуществляется специальным пресс-цилиндром.

Особое место в технологическом процессе занимает подготовка ракельного механизма. Чаще всего применяются стальные ракели, но иногда применяют резиновые и пластмассовые. Стальные ракели проходят многостадийную заточку: черновую – до шероховатости в 0,05 мм; чистовую – до 0,01 мм; отделочную – до 0,005 мм. Окончательную пригонку – по медной «рубашке» на пробопечатном станке. На машине всегда должен быть запас подготовленных раделей для смены. Установка раделя в машине должна производиться в соответствии с конструкцией машины. Чаще всего угол установки раделя составляет $35-40^{\circ}$, но бывают «крутые» ракели – в этом случае угол установки находится в пределах $70-85^{\circ}$ и даже обратные с углом установки более 90° . Это обычно дополнительные ракели.

Усилие прижима раделя должно быть равномерным по всей длине и минимально необходимым, т.е. чтобы он обеспечивал снятие краски с пробельных элементов, но не приводил к быстрому износу формы. При этом следует учитывать, что повышенная скорость печати приводит к увеличению усилия прижима как следствие появления гидродинамического давления.

Для обеспечения полного краскопереноса возможно кроме контактного переноса краски под давлением применять электростатический перенос.

Учитывая применение жидких испаряющихся печатных красок при большой толщине красочного слоя (до 40 мкм), на машинах глубокой печати обязательно применение сушильных устройств. Чаще всего это конвекционные устройства, обдувающие оттиск подогретым до $58-65^{\circ}$ С воздухом.

Направлениями дальнейшего развития глубокой печати являются применение нетоксичных красок, совершенствование краскоперено-

са и ракельного механизма, увеличение запечатываемых форматов, применение сменных форматов.

11.3. Плоская печать

Первым видом плоской печати была ручная литография, а затем фотолитография. С появлением печатных форм на металлических пластинах и с изобретением офсетного цилиндра началась эпоха офсетной плоской печати, являющейся на сегодня основным способом печатания. К плоской печати относится также способ фототипии, в настоящее время почти не применяющийся. Формы для фототипии изготавливались на стекле и печатать с них было возможно только на плоскопечатных машинах, так же как и с камня в литографии. Особенностью фототипной печати является разная впитывающая способность и набухание печатных и пробельных элементов. Это способ безрастровой полутоновой печати, позволяющий получать очень тонкие переходы полутонов. При изготовлении печатных форм копировальный слой, нанесенный на стекло, подвергался в сушильной камере растрескиванию. После этого копирование фотоформы приводило к разной степени задубливания этого слоя на печатных элементах и, следовательно, к разной степени впитывания печатной краски. Пробельные элементы оставались крупными незадублированными и хорошо воспринимали увлажняющий раствор (вода с глицерином). Обработку формы увлажняющим раствором производили вручную примерно через 10 оттисков. Тиражестойкость таких форм не превышала 1 тыс. экземпляров.

Литография и фототипия сохранились только в арсенале художников и промышленного значения не имеют.

Появившись в начале XX века, офсетная плоская печать к концу XX века стала основным способом печати, во многом превосходящим другие способы печати по своим печатно-техническим возможностям.

К достоинствам офсетной плоской печати следует отнести самую высокую разрешающую способность - 200 лин/см. Офсетное оборудование является не только высокопроизводительным, но и может иметь любое количество секций для многокрасочной одно- и двухсторонней печати, а также для дополнительной отделки печатной продукции (бронзирования, лакирования, тиснения, вырубки и т.д.)

Небольшое и равномерное давление печатания позволяет способу обходиться без местной регулировки давления и при приладке дела-

ется только общая регулировка давления, да и та только в случае изменения толщины применяемых декельных материалов, формы или бумаги. Поэтому способ имеет наименьшую трудоёмкость подготовки машины к печатанию.

Способ офсетной плоской печати не имеет никаких ограничений ни по количеству иллюстраций, ни по их площади, ни по воспроизведению штрихового изображения, в том числе текста.

Для воспроизведения полутоновых иллюстраций этим способом характерны линейность тоновоспроизведения в светлых полутонах градационной шкалы и возможность использования способа «высоких светов» и адаптивного растривания.

Благодаря печати тонкими слоями краски офсетная многокрасочная печать может осуществляться «по-сырому», т.е. наложением последующих красок на предыдущий слой, т.к. из-за избирательного впитывания этот слой приобретает достаточную прочность для того, чтобы разрыв красочного слоя происходил в последующем слое, не разрушая предыдущий.

Офсетным способом в настоящее время печатают на разнообразных материалах: на бумаге, полимерных плёнках, металле и т.д.

К достоинствам способа следует отнести его высокую стандартизованность и оснащённость разнообразными вспомогательными материалами и веществами, что во многом способствует улучшению качества печати этим способом.

К недостаткам способа следует отнести сравнительно невысокую максимальную оптическую плотность (D_{\max}) полутонового изображения, которая по триадным краскам не превышает 1,45, а по контурной – 1,65. Причина – в двойном краскопереносе и меньшей толщине краски на оттиске по сравнению с высокой и глубокой печатью.

Из-за этого низкого потолка оптической плотности при воспроизведении полутонового изображения могут быть потери в тенях.

Увлажнение формы перед нанесением печатной краски приводит к необходимости тщательного соблюдения баланса «краска – вода», к повышенным отходам бумаги, а также к опасности неприводки из-за повышения влажности бумаги и влажностному выщипыванию волокон бумаги при недостаточной поверхностной проклейке бумаги или повышенной липкости печатной краски, что особенно проявляется при высокоскоростной печати.

Особенностью технологической схемы подготовки офсетных машин к печатанию является необходимость подготовки увлажняющего раствора и настройки увлажняющего аппарата. Кроме того, многие операции не всегда выполняются. Так, смена декеля происходит только по мере его износа; регулировка давления – только при изменении толщины формы или бумаги.

Оптимальный результат (т.е. высокое качество оттисков и идентичность печати) способом офсетной плоской печати может быть достигнут лишь при строгом соблюдении баланса «краска – вода», при применении высококачественных печатных материалов и при оптимальном и минимально необходимом давлении печатания, не приводящем к избыточному растискиванию красочного слоя.

Поэтому совершенствование процесса увлажнения, повышение интенсивности печатных красок, совершенствование ОРТП, применение автоматизированных систем управления печатным процессом и т.п. являются залогом дальнейшего совершенствования офсетной плоской печати и сохранения за способом лидирующего положения.

Наряду с наиболее распространённым офсетным способом с увлажнением находит пока небольшое применение способ офсетной плоской печати без увлажнения. Современные формы для офсетной печати без увлажнения делаются на основе кремнийорганических полимерных соединений. Но следует отметить, что по своим печатно-техническим свойствам этот способ пока ещё значительно уступает офсетной печати с увлажнением по тиражестойкости форм и по разрешающей способности, что и ограничивает его применение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современная технология печатных процессов направлена на разработку эффективных, высокотехнологичных и экологически безопасных процессов производства продукции. К наиболее перспективным можно отнести:

печать без использования изопропилового спирта;

печать красками на водной основе;

применение автоматизированных систем контроля печатного процесса, позволяющих минимизировать отходы производства;

внедрение оборудования с низким потреблением энергии и многие другие.

Издатели и полиграфисты ведут большую работу по увеличению выпуска изданий, повышению их красочности и улучшению качества. Ведется постоянное техническое перевооружение полиграфических предприятий с целью повышения экономической эффективности производства.

Совершенствование формных и печатных процессов офсетной печати, улучшение свойств краски и бумаги позволили значительно повысить скорости печатания и расширить применение многокрасочных печатных машин. Высокопроизводительные офсетные машины дают возможность получать газетную, книжно-журнальную и изобразительную продукцию в сложном художественно-техническом оформлении высокого качества.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Киппхан, Г. Энциклопедия по печатным средствам информации [Текст] / Г.Киппхан. – М.: МГУП, 2003. – 1254 с.
2. Технология печатных процессов [Текст] / И.В. Ромейков, Н.Д. Бирюкова, Ю.А. Муратов [и др.]. – М.: Книга, 1989. – 356 с.
3. Румянцев, О.В. Приемно-комплектующие устройства для книжно-журнальных рулонных печатных машин [Текст] / О.В. Румянцев; М-во образования Рос. Федерации, Моск. гос.ун-т печати. – М.: МГУП, 2002. – 61 с.
4. Листовые офсетные печатные машины [Текст]: учеб. пособие для вузов по специальностям "Полигр. машины и автоматизир. комплексы" и "Технология полигр. пр-ва" / Л. Ф. Зирнзак, Л. Л. Леймонт, Ю. Н. Самарин [и др.]; М-во общ. и проф. образования. – М.: МГУП, 1998. – 112с.
5. Процессы офсетной печати: технологические инструкции [Текст] / Гос. ком. Рос. Федерации по печати. – М.: ВНИИ Полиграфии, 1998. – 400 с.
6. Беспроводная концепция офсетных печатных машин MAN Roland [Текст] // Полиграфист и издатель. – 1997. – № 1. – С. 52.
7. Бородин, В. Как наладить печать на офсетной машине [Текст] / В. Бородин // Полиграфия. – 1997. – № 6. – С. 40.
8. Зенг, Х. Способы печати на гибких упаковочных материалах – достоинства и недостатки [Текст] / Х. Зенг // ФлексоПлюс. – 1997. – № 6. – С. 18-27.
9. Иванов, Р.Н. Репрография [Текст] / Р.Н. Иванов. – М.: Экономика, 1986. – 335 с.
10. Кушнарченко, А. Малоформатные офсетные машины – это... [Текст] / А. Кушнарченко // Полиграфия. – 1997. – № 1. – С. 30-33.
11. Кушнарченко, А. Цветная печать. Что? Как? Почему? [Текст] / А. Кушнарченко // Intermicro Magazine. – 1996. – № 12. – С. 14-25.
12. Кушнарченко, А. Цветная печать. Учимся не наступать на грабли [Текст] / А. Кушнарченко // Intermicro Magazine. – 1996. – № 13. – С. 13-25.
13. Немировский, Е. Начало иллюстрационной печати [Текст] / Е. Немировский // Курсив. – 1997. – № 6. – С.34-37.
14. Петров, К.Е. Справочник по полиграфии [Текст]/ К.Е. Пет-

ров. – М.: Кроу, 1997. – 352 с.

15. Печатные процессы [Текст] // Полиграфист и издатель. – 1996. – №11. – С. 108.

16. Рекомендации по технологии лакирования оттисков в офсетной печати [Текст] // Полиграфия. – 1995. – № 5. – С. 38.

17. Смирнов, Д. Опыт работы с печатными и водными лаками на машинах HAMADA [Текст] / Д. Смирнов // Полиграфия. – 1997. – № 2. – С. 146-147.

18. Смирнов, Д. Глубокий взгляд на поверхностные проблемы, или Несколько советов по офсетной печати на непитающихся материалах [Текст] // Курсив. – 1996. – № 3. – С. 4-9.

19. Современная полиграфия за рубежом. – М.: Книга. 1987. – 112 с.

20. Тифенбах, В. Печатные и отделочные процессы третьего тысячелетия [Текст] / В. Тифенбах // Вестн. печатного дела. – 1997. – № 7. – С. 33-35.

21. Шарифуллин, М. Химические процессы в увлажняющем аппарате печатной машины [Текст] / М. Шарифуллин // Курсив. – 1997. – № 6. – С. 24-32.

22. Этцель, Ф. Современная глубокая печать [Текст] / Ф. Этцель, Л. Вольф, А. Шульц. – М.: Книга, 1980. – 256 с.

23. <http://www.compuart.ru>

24. http://www.publish.ru/articles/201306_20013077

25. <http://print.machouse.ua/news/publications/10783.html>

26. Курсив. – М.: Курсив, 2007 - . - Выходит раз в два месяца. - www.kursiv.ru.

27. Полиграфия : произв.-техн. журн./ ЗАО "Изд-во "Типограф". - 1924, янв. -. - М.: ЗАО "Издательство "Типограф", 2007 - . - Выходит 10 раз в год. - www.polimag.ru.

28. ФлексоПлюс : науч.-практ. журн. для упаковочно-этикеточной отрасли / МГУ Печати, Изд-во "Курсив". – М.: Изд-во "Курсив". - Выходит раз в два месяца. - www.flexoplus.ru

29. http://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fdolgova-t-a.narod.ru%2FMethod%2FTPP-color.doc&ei=x69uUojiMqqp4gSHq4Ag&usq=AFQjCNE6230DXwYEzQzR4mX1_GyIQkwoVQ&bvm=bv.55123115,d.bGE&cad=rjt

Учебное издание

*Нечитайло Александр Анатольевич,
Тихонов Николай Тихонович,
Шокова Екатерина Викторовна*

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕЧАТНЫХ ПРОЦЕССОВ

Учебник

Редакторы: Н.С. Куприанова, Т.К. Крестинина
Доверстка Т. Е. Половнева

Подписано в печать 13.11.2013 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 10,5.
Тираж 500 экз. Заказ .

Самарский государственный
аэрокосмический университет.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.