

Technik des Flexo drucks

Herausgegeben in
Zusammenarbeit mit

DATA Deutschsprachige
Flexodruck-
Fachgruppe e.V.

3. überarbeitete Auflage

COATING
FACHBUCHER

Министерство общего и профессионального образования Российской
Федерации Московский государственный университет печати

Техника флексографской печати

Учебное пособие

Сокращенный перевод с немецкого с дополнениями

*Под редакцией доктора технических наук профессора В. П.
Митрофанова*

МОСКВА

Издательство МГУП «Мир книги» 1997

УДК 655.326.1
ББК 37.8 Т38

Рекомендовано Учебно-методическим
объединением по образованию в области
полиграфии, издательского дела и книговедения
для межвузовского использования

Авторы

N. Althammer, DU PONT de Nemours (Deutschland) GmbH, Frankfurt/M.-Dietzenbach; Ing. (grad.) A. Brinkmann, F. Bottcher GmbH & Co., Köln; Prof. A. G. Burkhardt, Fachschulrat an der Fachhochschule für Druck, Stuttgart; Prof. Dr. Chr. Hars, Technische Universität Dannstadt;
Dr. K. Heger, Siegwark Farbenfabrik Keller, Dr. Rung & Co., Siegburg; W. Heinemann, H.-J. Feyerabend, P. Marczinke, H. Schumacher, Hartmann Druckfarben, Niedemhausen; Prof. Dipl.-Ing. E. Hemmann, Fachhochschule für Druck, Stuttgart; Dipl.-Ing. H.-J. Hiedemann, Jean Hiedemann GmbH & Co., Köln; Pritz Iten, Byland & Cie. AG, Hendschiken, Schweiz; Dr. S. Knodler, BASF Farben und Fasern AG, Unternehmensbereich Druckfarben, Kast + Ehinger, Stuttgart; A. Moser, Napiag Packmittel Industrie GmbH, Zeltweg/Steiermark, Österreich; Dipl.-Ing. R. Neumann, Windmoller & Holscher, Lengerich/Westf.; Dipl.-Ing. (F.-H.) M. Niethammer, Propafilm GmbH, Düsseldorf; Prof. Dipl.-Ing. J. Paris, Fachhochschule für Druck, Stuttgart; öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Papier, Papierwaren, Verpackung; Fritz Renk, Walter Wetzel GmbH, Efringen-Kirchen; Rudolf Riethausen, Institut für Rationalisierung in der Druckindustrie — IRD e.V., Frankfurt

Т38 Техника флексографской печати:

Учебное пособие / Пер. с нем.; под ред. В. П. Митрофанова. М.: Изд-во
МГУП «Мир книги», 1997. 202 с.: ил. ISBN 5-7043-0948-8

Изложены основы техники и технологии флексографской печати, начиная с изготовления
печатных форм и кончая организацией контроля качества готовой продукции.

Для студентов вузов и колледжей, работников полиграфической и упаковочной
промышленности.

ББК 37.8

ISBN 5-7043-0948-8

© Перевод, примечания, дополнения.
Московский государственный
университет печати, 1997 ©
Оформление. Издательство МГУП
«Мир книги», 1997

Учебное издание **Техника флексографской печати**

Учебное пособие

Ответственный за выпуск Г. Н. *Белякина*
Технический редактор О. И. *Петрищева*
Компьютерная верстка А. А. *Николаев*

Лицензия серия ЛР № 040167 от 19.06.97 г.
ИБ № 631

Тематический план 1997 г., позиция 6

Подписано в печать 24.12.97. формат 70х100/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 20,28. Уч.-изд. л. 21,0. Тираж 1000 экз. Заказ **102**

Издательство МГУП «Мир книги».
103045, Москва, Садовая-Спасская, 6.

АООТ "Политех-4". 129110, Москва, Б.
Переяславская, 46.

Оглавление

Предисловие 9

Глава 1. Флексографские печатные машины 10

1.1. Типы печатных машин 11

Встраиваемые секции 11

Ярусные секционные машины

12

Ярусные секционные машины с общим приводным колесом 13

Планетарные машины 13 Линейные секционные машины 14

Комбинированные линейные секционные машины и агрегаты 16

Печатные секции 17

Ярусная секция 17

Планетарная печатная секция 19

Печатная секция в линейной секционной машине 20

Переналаживаемая секция 22 Газетная флексографская печатная секция 22

Красочные аппараты и формные цилиндры 24

Дукторный красочный аппарат 24

Ракельный красочный аппарат 26

Непрямая (офсетная) глубокая печать 28 1.1.

Важнейшие элементы печатных секций 29

Печатный цилиндр 29 Формный цилиндр 30

Растрированный цилиндр 31 Дукторный валик

35 Ракельное устройство 36

Системы наладки и регулировки формного цилиндра и красочного аппарата 36

Циркуляция краски и контроль ее вязкости 37 Рулонные установки 38

Рулонные приемные (намоточные) устройства 40 Устройства для

контроля и регулирования натяжения ленты 40 Тянущие устройства

(лентоведущие цилиндры) 42 Сушильные и охлаждающие устройства

43 Различные дополнительные (вспомогательные) устройства 45

1.3. Комбинированные линейные секционные агрегаты 46 Флексографская печать с

тиснением и перфорацией 46 Флексографская печать с лакированием или

нанесением покрытий 47 Флексографская печать с местным покрытием (в

соответствии с напечатанным изображением) 47

Флексографская печать в сочетании с кашированием 48 Преимущества линейных

агрегатов и поточных технологических процессов 49

1.4. Дополнительные сведения о красочном аппарате 49

Геометрия раstra 49 Требования к обрезиненным

валикам 56

Характер требований 56

Физические требования 56

Химические требования 56

Способы проверки 57

Физические способы проверки 57

Химические испытания

58 Составление рецепта

смеси 58 Химические

свойства 59 Физические

свойства 60

Рекомендации по применению материалов 61

Хранение и эксплуатация валиков 61 1.5.

Техническое обслуживание печатной машины

61 Смазка узлов машины 63

Подшипниковые опоры формных цилиндров

64 Закрытые передаточные механизмы 65

Обгонные муфты 66 Другие виды муфт 66

Гидравлические и пневматические системы

66 Растрированные и передаточные валики 68

Уход за электрооборудованием 68

Глава 2. Движение ленточного материала и управление приводкой в процессе печати

70

2.1. Элементы лентопроводящей системы 70 Направляющий (лентоведомый) валик 70

Тянущий аппарат (лентоведущие цилиндры) 71 Основное уравнение натяжения

движущейся ленты 71 Участки системы транспортировки ленты 75 Флексографские

печатные машины при изменении скорости 75 Регулирование силы натяжения

ленты 76

2.2. Установившаяся (статическая) неприводка красок 76 Ползучесть запечатываемого

материала 77 Процесс ползучести при ступенчатом разгрузении материала 79

Установившееся движение ленты в многосекционном рулонном агрегате 80

2.3. Регулирование продольной приводки красок и других технологических операций

82

2.4. Регулирование движущейся ленты в боковом направлении 85 Датчики бокового

- положения ленты **86**
- Поворотные реверсивные устройства (исполнительные механизмы) бокового регулирования движущейся ленты **87** Регулирование положения рулона **87**
- 2.5. Кинетика процессов нарушения продольной приводки красок **89**
- 2.6. Многокрасочная рулонная печать в два прогона **90**
- 2.7. Оценка качества узлов машины по критерию допустимой неприводки красок **92**

Глава 3. Флексографские печатные формы **95**

3.1. Упругие резиновые печатные формы **95**

Изготовление резиновых печатных форм способом прессования **95** Изготовление упругих печатных форм способом лазерного гравирования **102**

Система с маскированием (прямой способ) **102**

Сканерная система (косвенный способ) **103**

3.2. Упругие фотополимерные печатные формы **104 Особенности изготовления фотоформ **104** Цветопроба **107****

Изготовление флексографских печатных форм из жидких фотополимерных композиций **111**

Изготовление флексографских печатных форм из твердых фотополимеров **111**

Условия хранения материалов **114** Правила обращения с необработанными материалами **114**

Определение ориентации пластины **115**

Разрезание необработанной пластины Cyrel* **115**

Техника безопасности при работе с оборудованием и материалами Cyrel* **115**

Материал Cyrel* **115**

Технологические машины **115**

Экспонирующее устройство **116**

Процессор и сушильная камера **116**

Вымывной раствор перхлорэтилен/бутанол **116**

Защита здоровья **117**

Альтернативный раствор Оптизол-737 **117**

Химический финишинг **117**

Растворы для финишинга **117** Технология изготовления печатных форм Cyrel* **118**

Основное экспонирование (экспонирование изображения) **119**

Процесс высушивания печатной формы Cyrel* **121**

Финишинг печатных форм и подготовка их к печати **121** Методика

экспериментального определения основных параметров технологического процесса **121**

Методика определения времени вымывания **122**

Определение времени экспонирования оборотной стороны пластины **122**

Определение времени основного экспонирования **124**

Определение продолжительности основного экспонирования для

растровых печатных форм **125** Тест-

негативы Cyrel* **126**

Дополнительные рекомендации по технологии изготовления фотополимерных печатных форм Cyrel* **128**

Подготовка к работе **128**

Экспонирование **128**

Засветка оборотной стороны пластины **129**

Основное экспонирование **129**

Установка времени основного экспонирования **129**

Маскирование **129**

Экспонирование растровых изображений **130**

Экспонирование пластин толщиной более 4 мм (для форм с глубоким рельефом) **130**

Процесс вымывания **130**

Вымывание пластин с глубоким рельефом **131**

Вымывные растворы Cyrel* **131**

Изготовление вымывного раствора перхлорэтилен/бутанол **132**

Контроль качества вымывного раствора перхлорэтилен/бутанол **132**

Процесс сушки формы **133**

Финишинг **134**

3.3. Возможные дефекты фотополимерных печатных форм и причины их возникновения **135**

Глава 4. Монтаж форм на цилиндре и пробная печать **139**

Проверка задания на монтаж форм **140**

Проверка оборудования **140**

Последовательность проведения монтажа **141**

Монтаж форм на цилиндре **142**

Распределение форм на поверхности цилиндра **143**

Оборудование для проведения монтажа (установки) форм на цилиндре **143**

Пробопечатные станки	145
Глава 5. Печатные материалы	149
5.1. Печатные краски	149
Водоразбавляемые краски	156
Металлопигментные краски	156
Двухкомпонентные краски	157
5.2. Совместимость печатных красок с печатными формами	159
5.3. Запечатываемые материалы	162
Бумага и картон	162
Гофрированный картон	166
Синтетические пленки	167
Алюминиевая фольга	172
Глава 6. Начальные сведения о многокрасочной флексографской печати	174
6.1. Синтез цвета при многокрасочной печати	174
6.2. Явление муара при многокрасочной печати	179
6.3. Некоторые технологические особенности многокрасочной печати	181
Глава 7. Контроль качества	184
Определение понятий качества	184
Признаки	185
Основные качественные признаки	185
Разновидности ошибок	186
Создание системы гарантий качества	188
Планирование качества	189
Управление качеством	189
Простая выборочная проверка (качественная)	193
Приемлемые границы качества (ПГК)	193
ПГК-график выборочных проверок	194
Дополнительные замечания	194
Оценка качества	194
Анализ ошибок	194
Информация о качестве	196
Обсуждение с поставщиками	196
Оценка поставщика	197
Образ действия при претензиях заказчика	197
Расходы на качество	197
Поощрение и мотивация изготовления качественной продукции	199
Выгода от системы гарантий качества	199
Оценка системы гарантий качества на производстве	199
Перспективы развития системы гарантий качества	200
Список дополнительной литературы	201

Предисловие

Флексографская печать является одним из наиболее эффективных способов многокрасочной печати на различных упаковочных материалах. В последнее десятилетие она все более активно используется в России как на больших, так и на малых предприятиях.

В МГУП открывается новая специальность «Тара и упаковка». Данное учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по этой специальности, а также по специальностям, учебные программы для которых содержат разделы по спецвидам печати.

Учебное пособие создано на базе известной немецкой книги «Техника флекспечати» (3-е изд., 1991 г.), написанной большим коллективом авторов. Поэтому перед редактором данного учебного пособия стояла задача: составить книгу по возможности в едином стиле, сводя разделы (написанные разными авторами) в соответствующие главы, исключая при этом дву-, а иногда и трехкратное изложение одних и тех же технологий.

Перевод материалов, вошедших в гл. 1 (за исключением раздела 1.5), а также глав 4 и 7 безупречно выполнен доц., к.т.н. Бирбраер Е.Г.

Главы 3 и 5 («Флексографские печатные формы» и «Печатные материалы») переведены и дополнены доц., к.т.н. Сорокиным Б.А. и инж. Зданом О.Б. (под научной редакцией к.т.н. Кучиной Г.Н.). Редактором настоящего издания в перевод и дополнение этих двух глав внесены лишь незначительные изменения (см. Б.А. Сорокин, О.Б. Здан. Флексографская печать. М.: Изд-во МГАП «Мир книги», 1996) редакционного и терминологического характера и сделаны столь же незначительные сокращения текста (без ущерба для читателя в информационном аспекте).

Немецкий оригинал содержит подробные сведения о многокрасочной флексографской печати. Однако профессиональная неполноценность перевода этих сведений, к сожалению, не позволила полностью включить их в данное издание. Выход из создавшегося положения был найден: для полноты изложения в главу 6 «Начальные сведения о многокрасочной флексографской печати» включены фрагменты (разделы 6.1, 6.2 и 6.3) из монографии [1] доц., к.т.н. Ромейкова И.В., являющегося одним из ведущих специалистов России в этой области.

В разделах 1.5, 2.1, 2.4 и в гл. 6 редактором использованы отдельные фрагменты переводов-подстрочников проф., к.т.н. Пергамента Д.А. и доц., к.т.н. Одиноквой Е.В.

В немецком издании относительно подробно изложены сведения о средствах для боковой приводки ленты запечатываемого материала. Однако проблема продольной приводки красок и других технологических операций и средства для управления продольным регистром серьезно практически не рассмотрены. Нет необходимости обосновывать важность этого раздела теории и практики многокрасочной печати. Она известна печатнику и технологу, наладчику и конструктору любой многокрасочной рулонной печатной (в том числе флексографской) машины. Поэтому редактором настоящего издания написаны соответствующие дополнения в гл. 2 (разделы 2.2, 2.3, 2.5, 2.6 и 2.7).

Считаю своим приятным долгом выразить признательность студенту технологического факультета МГУП Алексею Николаеву за выполненную им многократную корректуру текста, сканирование, обработку иллюстраций и верстку издания.

Замечания читателей о неточностях, опечатках и других погрешностях настоящего издания будут приняты с благодарностью и учтены при использовании данной книги в учебном процессе (127550, Москва, Прянишникова, 2а, МГУП).

Д.т.н., проф. Митрофанов В.П.

ГЛАВА 1

ФЛЕКСОГРАФСКИЕ ПЕЧАТНЫЕ МАШИНЫ

В данной главе рассматриваются флексографские печатные машины, их составные части и устройства, а также некоторые агрегаты линейного типа, полученные путем соединения отдельных машин. Вся эта область весьма обширна и разнообразна;

здесь сделана попытка дать общий обзор различных флексографских печатных машин и пояснить некоторые их элементы, чтобы читателю стало понятно общее построение этих машин и различные возможности их комбинирования.

С 1897 г. начались работы по развитию способа анилиновой печати — так она тогда называлась из-за применения анилиновых красителей в составе краски — и к началу этого столетия на рынке появились первые анилиновые печатные секции в составе машин для изготовления бумажных пакетов. Первая машина анилиновой печати, работающая с рулона на рулон, была пущена в эксплуатацию в 1914 г. Она послужила предшественницей наших сегодняшних флексографских печатных машин, и теперь можно обратиться к почти столетней истории их строительства. Особый подъем пережила отрасль машиностроения, выпускающая машины анилиновой и флексографской печати, около 1950г.

В это время для совершенствования способов обработки синтетических пленок появились первые машины планетарного типа. В последующие годы появились машины, построенные по линейному принципу. Они предназначались, в основном, для печатания на алюминиевой фольге и на картоне. Увеличение потребности в упаковочных материалах и рост требований к их качеству привели в 60-е годы к появлению нового поколения машин с более высокой производительностью и скоростью работы, построенных с повышенной точностью их узлов, включающих в себя многочисленные дополнительные устройства, обеспечивающие частичную автоматизацию машин.

Однако только после появления фотополимерных печатных форм в 70-е годы флексографская печать приобрела по-настоящему большой вес. Только тогда стала возможной тонкая, высококачественная растровая печать на наиболее совершенных флексографских машинах. Тем самым получила новый толчок отрасль машиностроения, занимающаяся выпуском флексографских печатных машин, и по всему миру стали распространяться первые высокопроизводительные машины с автоматическими устройствами. Кроме того, стали появляться различные комбинированные машины, в которых флексографская печать выполнялась за один прогон материала с его после-печатной отделкой.

В 1980 г. в газетных типографиях США были впервые установлены и опробованы флексографские печатные секции. Это послужило новым сигналом для машиностроителей, в том числе европейских, и в последующие годы появились первые флексографские газетные печатные машины, наибольшая скорость печати в которых

достигла 12 м/с.

Приблизительно в то же время некоторые из машиностроителей этой отрасли разработали рулонные машины для печатания на гофрокартоне шириной от 2,20 до 2,50 м, и им удалось выпустить на рынок такие машины как секционного, так и планетарного построения.

Вследствие этого для флексографской печати открылась новая обширная область рынка — печатание на гофрокартоне. С тех пор, уже много лет, проблему прямого печатания на гофрокартоне можно считать в значительной степени решенной.

Но одновременно с этим началось и строительство флексографских печатных машин для печатания на материале шириной 300-400 мм. Эти малые секционные и планетарные машины применяются почти исключительно для печатания и изготовления этикеток.

В последние годы машины большой ширины активно оснащаются различными электронными и компьютерными системами; часть машин полностью автоматизируется. Важнейшими требованиями, предъявляемыми к современным машиностроителям, являются уменьшение времени простоя машин и уменьшение количества макулатуры, наряду с получением высококачественной, высоколинейной растровой печати.

Принимая во внимание дополнительные возможности, появляющиеся в последние годы, и успешную практику эксплуатации печатниками 8-красочных планетарных машин, можно смело утверждать, что в полиграфической промышленности флексографская печать встала в один ряд с офсетной и глубокой.

В последующих разделах рассматриваются важнейшие особенности всех вышеупомянутых типов машин.

1.1. Типы печатных машин

Все множество флексографских печатных машин можно разделить на пять групп: встраиваемые секции, секционные ярусные машины, планетарные машины, линейные секционные машины и комбинированные линейные секционные машины или агрегаты. Машины всех групп применяются для запечатывания различных упаковочных материалов — от тончайших синтетических пленок до толстого картона — и для печатания обоев, этикеток, книг, школьных тетрадей и других специальных изделий. Каждую область применения машин не имеет смысла рассматривать обособленно, так как независимо от вида продукции машины одной и той же группы строятся, в основном, одинаково. Чрезвычайно важно верно выбрать машину в соответствии с ее назначением, чтобы в каждом случае получить оптимальный результат.

Встраиваемые секции

Предшественницами современных встраиваемых секций были анилиновые печатные секции, появившиеся на рубеже веков. Они устанавливались в машинах, предназначенных для изготовления бумажных пакетов, и служили для 1- и 2-красочного запечатывания, или «механического штемпелевания» бумажных пакетов и пакетиков. Позже их использовали для печати на листах бумаги и бумажных мешках. Уже

к середине нашего века многие тысячи таких секций были установлены в комбинированных машинах, состоящих из бумаго-обрабатывающих и печатающих устройств, для однопроцессного изготовления и запечатывания за один прогон бумажных пакетов и мешков, а также для печатания на листовой и рулонной бумаге. После появления полиэтиленовой пленки высокого давления тот же принцип был применен и для ее обработки. В последние годы появилось также много вариантов агрегатирования встраиваемых флексографских секций с установками для получения рукава из пленки экструзией с раздувом. Сегодня можно уверенно утверждать, что каждый, кто имеет дело с обработкой бумаги и пленки, в том числе и изготовители изделий из них, должен для эффективной и производительной работы использовать встраиваемые флексографские секции. При этом получается экономия по сравнению с производимыми раздельно печатью и обработкой, так как не требуются ни лишние перевозки полуфабрикатов, ни дополнительные помещения, ни дополнительный обслуживающий персонал, а количество отходов снижается.

Встраиваемые секции делаются для ширины запечатываемого материала от 250 до 3200 мм. В зависимости от производительности обрабатывающих устройств скорость движения материала достигает 400 м/мин. На рынке чаще всего встречается 3- и 4-красочные секции, однако строятся и 1-красочные секции, а наибольшая красочность одной секции — 6. За малым исключением, встраиваемые секции имеют ярусное построение, при котором в каждой печатной секции устанавливается индивидуальный печатный цилиндр (рис. 1.1). Привод встраиваемой секции обычно осуществляется от главного привода всей машины с помощью механических связующих звеньев. Имеются и такие агрегаты, в которых для встраиваемой секции устанавливается отдельный электропривод. В быстроходных машинах между отдельными печатными секциями требуется сушка теплым воздухом, так как иначе произойдет отмарывание краски при последующей обработке оттисков.

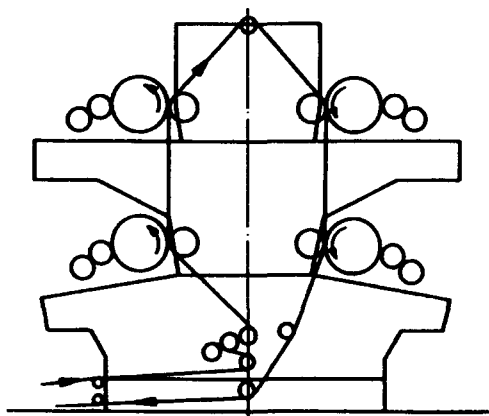


Рис. 1.1. 4-красочная встраиваемая секция.

Простые встраиваемые секции нельзя использовать для печатания всех видов многокрасочных изображений и поэтому важно четко представлять себе технические возможности и границы применения каждого из их устройств. На простых встраиваемых секциях удачно получаются изображения в виде штриховых рисунков, плашек и литер. Бессмысленно печатать на них многокрасочные плашки с наложением красок, тонкие растровые изображения и надеяться получить при этом высококачественные оттиски.

Персонал, обслуживающий обрабатывающую машину, чаще всего не имеет специальных знаний в области флексографской печати. Необходимо четко усвоить, что качественная флексографская печать возможна только на рулонных печатных машинах.

Ярусные секционные машины

Первая флексографская печатная машина, работающая по принципу «с рулона на рулон», имела секционное ярусное построение, и в основе ее была встраиваемая секция. Обычно в составе многокрасочной печатной секции бывает 4 или 6 самостоятельных печатно-красочных аппаратов, расположенных зеркально и симметрично по 2 или по 3 аппарата по обеим сторонам станины. Все машиностроители придерживаются примерно одной и той же схемы построения машины, и схему, используемую в последние годы, можно считать стандартной (рис. 1.2). Лента запечатываемого материала движется от рулонной установки той или иной степени сложности через стабилизатор натяжения к печатной секции. В ней происходит запечатывание ленты несколькими красками, при этом после получения каждого оттиска его запечатанная поверхность подвергается сушке. После получения последнего оттиска лента проходит через общую туннельную сушилку, где все нанесенные краски должны окончательно закрепиться. Ярусные машины используются для печатания на различных, но обычно нерастягивающихся материалах. Точность продольной приводки в таких машинах достигает в настоящее время $\pm 0,2$ мм. Для печатания на растягивающихся материалах и для получения более точной приводки на нерастягивающихся материалах применяются планетарные машины. В ярусной секционной машине

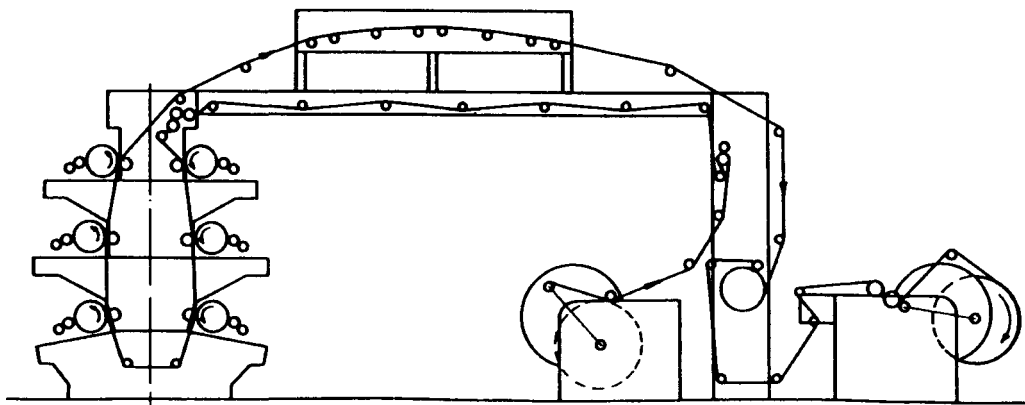


Рис. 1.2. 6-красочная ярусная секционная машина.

может печататься или 6 красок на одной стороне ленты, или 5 красок на лицевой стороне и 1 краска на обороте, или соответственно может печататься 4+2 или 3+3 красок. Скорость печати в машинах ярусного типа достигает 400 м/мин, ширина материала составляет от 250 до 2500 мм. Такие машины активно раскупались около 25 лет назад, а теперь они все более вытесняются планетарными машинами.

Ярусные секционные машины с общим приводным колесом

Некоторое время назад на рынке появилась новая секционная ярусная машина (рис. 1.3) с особым приводом печатных секций. Четыре или шесть печатно-красочных аппаратов, установленных в 2 или 3 яруса, приводились от одного центрального колеса. В этой машине соединилось одно из достоинств планетарного построения (одно общее приводное зубчатое колесо), а именно, точность привода и, следовательно, меньшая ошибка продольной приводки, с достоинством ярусного расположения печатно-красочных аппаратов со своим печатным цилиндром в каждом аппарате, а именно, малая ширина зоны печатного контакта между печатным и формным цилиндрами, что особенно существенно при большой длине оттиска.

Подобное построение секции с многими печатными цилиндрами соответствует обычной схеме секционной ярусной машины. На таких машинах также возможно запечатывание лишь нерастягивающихся материалов. Точность продольной приводки лежит в пределах $\pm 0,1$ мм.

Запечатывание оборотной стороны ленты в отдельных секциях невозможно.

Планетарные машины

Первая планетарная, или одноцилиндровая, машина, в которой вокруг центрального печатного цилиндра большого размера подобно спутникам располагались формные цилиндры с красочными аппаратами, появилась в 1953-1954 годах. Потребность в таких машинах возникла в промышленности, занимающейся обработкой синтетических пленочных материалов, так как такой способ построения обеспечивает наилучшие условия приводки ленты в процессе печатания. Здесь лента разматывается с рулона стабилизатором натяжения, затем попадает на общий печатный цилиндр, уже первым формным цилиндром прижимается к печатному, далее движется в «замороженном» состоянии, без смещения относительно общего печатного цилиндра, от которого она отрывается уже только после прохода через последнюю печатную пару. Еще раз подчеркнем, что лента при этом не сдвигается относительно печатного цилиндра, а значит, во время печатания не происходит нарушения приводки красок. При соответствующей системе привода точность продольной приводки составляет 0,1 мм. Для ротационной печатной машины это самая высокая точность, и здесь она достигается без каких-либо дополнительных механических или электронных устройств приводки красок.

Сердцевиной планетарной машины является общий печатный цилиндр, радиальная точность которого должна быть очень велика, а его температура — строго

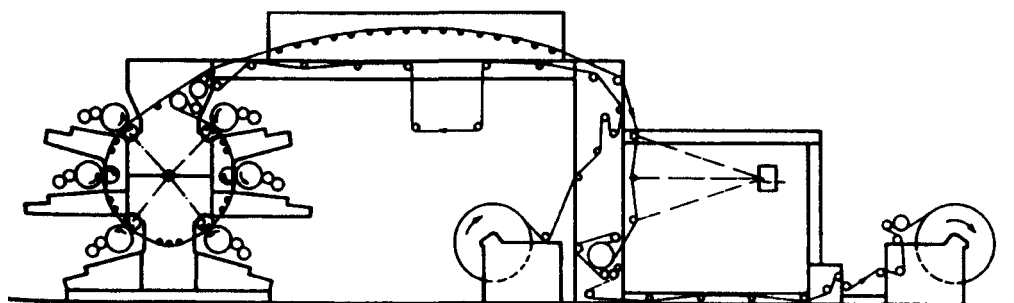


Рис. 1.3. 6-красочная ярусная секционная машина с общим приводным колесом.

постоянной во время печатания всего тиража.

На рынке известны 4-красочные планетарные машины, но наиболее распространены 6-красочные машины, на которых возможно получить и 4-, и 6-красочные оттиски с линиатурой раstra 48 лин/см, 60 лин/см и выше (рис 1.4). Для этого нужны безупречные формные пластины, подходящие краски и прецизионные узлы машины. Тогда возможно на различных материалах, в том числе и на растягивающихся, получать флексографские оттиски, приближающиеся по качеству к оттискам офсетной и глубокой печати. Конечно, нужно учитывать все особенности способа печати.

По названным выше причинам спрос на планетарные машины в последнее время сильно возрос, машины стали весьма популярны, и сейчас строится и продается больше планетарных машин, чем секционных ярусных. Планетарные машины более дорогие и металлоемкие, и тем не менее они применяются для печатания не только на растягивающихся пленках и фольге, но и для печатания на нерастяжимых материалах, многослойных материалах и бумаге, если требуется большая точность привода красок. Применяются эти машины и для печатания обоев, и для печатания на гофрокартоне. Самые большие машины строятся с диаметром печатного цилиндра более 2000 мм для печатания на материале шириной до 2500 мм. На этих машинах достигнута скорость печати до 250 м/мин, в то время как на стандартных машинах — до 400 м/мин.

На основании тех требований, которые были предъявлены машиностроителям типографиями, в 1985-1986 годах были построены первые 8-красочные планетарные машины. На этих современных флексографских печатных машинах, где общий печатный цилиндр имеет диаметр от 2000 до 2500 мм, можно получить многокрасочные оттиски, близкие по качеству к оттискам офсетной и глубокой печати. Можно также печатать основными и дополнительными красками без их наложения друг на друга, наносить лак или печатать числом красок менее восьми, а остальные формные цилиндры и красочные аппараты в это время готовить к печатанию следующего тиража. Таким образом уменьшается время простоев машины.

Эти 8-красочные машины близки по своему построению к описанным выше 6-красочным машинам, но у них чаще применяется ракель в красочном аппарате, и обычно степень автоматизации выше.

Но все пожелания рынка эти машины не смогли удовлетворить, поэтому потребовались и другие типы машин.

Линейные секционные машины

Эти машины строятся по тому же типу построения, что и машины глубокой печати. В каждой печатной секции запечатывается одна краска. Печатные секции располагаются на одном уровне, одна за другой последовательно и связываются между собой карданным валом либо другим подобным образом (рис. 1.5). Эти машины занимают большую площадь и требуют

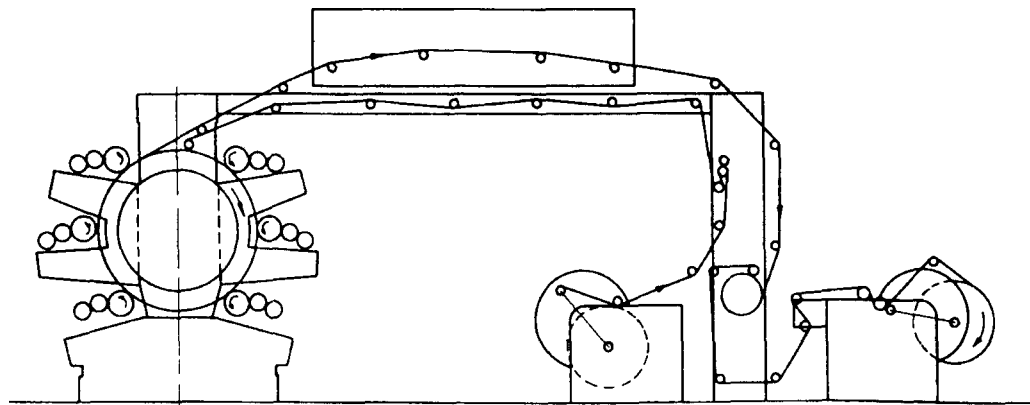


Рис. 1.4. 6-красочная планетарная машина.

значительных капиталовложений. Поэтому **имеет** смысл использовать их для печатания больших тиражей на высокой скорости. Вначале эти машины использовались для печатания на алюминиевой фольге, а впоследствии — и для печатания на бумаге и картоне. Большим достоинством **этих** машин является длинный путь ленты* в сушильном устройстве между соседними печатными секциями, благодаря чему можно на большой скорости печатать с наложением красок.

Скорость движения запечатываемого материала достигает в современных высокопроизводительных машинах 600 м/мин (10 м/с) — такая скорость не всегда достигается даже в газетной печати. Из-за этого в таких машинах между печатными секциями устанавливаются регистровые валики (чтобы корректировать ошибки продольной приводки красок). В быстроходных машинах этого типа необходимы электронные устройства, автоматически контролирующие и регулирующие продольную приводку красок или печать с лица и оборота ленты. В этих машинах, безусловно, могут применяться поворотные штанги и использоваться различные варианты проводки ленты для запечатывания ленты с лица и оборота нужным числом красок. Этой возможности лишены флексографские машины вышерассмотренных типов построения.

Ранее такие машины строились для запечатывания материала шириной 600 или 800 мм. В настоящее время их рабочая

ширина доведена до 1600 мм. Теперь встречаются конструкции секций, в которых можно отставлять формный цилиндр вместе с красочным аппаратом, чтобы при смене тиража сократить время простоя машины. В последнее время на рынке машин появились модели, в которых некоторые из печатных секций могут переоборудоваться с флексографской печати на глубокую. На основе этого можно получить комбинированную машину или агрегат.

Следует упомянуть и о таком варианте построения машин, когда каждая печатная секция является 2-красочной, и во время работы одной половины секции производится переналадка второй половины на печатание следующего тиража. Тогда для перехода к печатанию нового тиража требуется всего лишь несколько минут. Устройства с компьютерным управлением помогают быстро наладить точную установку всех систем при смене формата по длине оттиска. Эти машины имеют высокую производительность.

В 2-красочных печатных секциях на общей станине устанавливается общий печатный цилиндр, и справа от него — формные цилиндры, каждый со своим красочным аппаратом; эта сменная часть, вместе с формным цилиндром, может быть трех- или двухцилиндровой, в зависимости от числа вращающихся элементов красочного аппарата. Благодаря наличию специальных соединительных устройств в приводе можно печатать с помощью одной из сменных частей печатной секции, а вторую в это время готовить к печатанию нового тиража. Формный цилиндр может беспрепятственно отставляться и приставляться,

* С другой стороны, большой путь ленты между печатными аппаратами приводит к трудностям с приводкой красок (примеч. ред.).

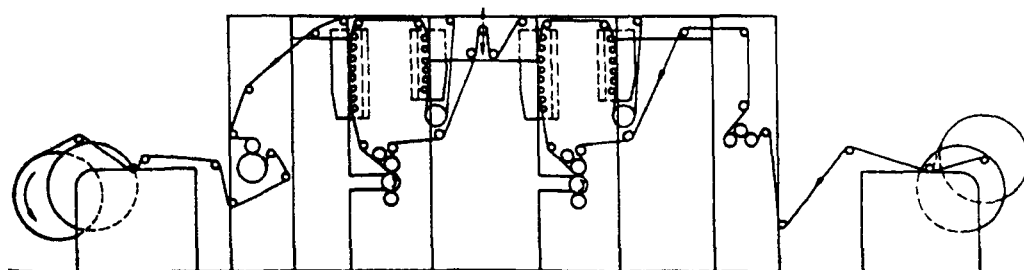


Рис. 1.5. Линейная секционная машина с двумя 1-красочными печатными секциями.

а растриванный цилиндр имеет специальный привод.

Последним этапом развития этого типа машин явилось такое построение печатной секции, когда смена форм для нового тиража может производиться без остановки машины, на ходу. Тогда при работе на полной скорости от печатного цилиндра отодвигается одна из сменных частей печатной секции полностью, включая и формный, и растриванный цилиндры, вследствие чего можно переходить на новый тираж вообще без остановки машины и почти без потерь в макулатуру. Эти машины особенно выгодны при печатании малых тиражей.

После такой 2-красочной секции запечатанная лента попадает в сушильное устройство, далее огибает охлаждающие цилиндры и регистровый валик перед следующей печатной секцией. Вместо регистрового валика печатный аппарат может иметь и дифференциальный привод фазового смещения цилиндров по окружности для выполнения операции продольной приводки красок между печатными секциями.

Если не использовать преимущество экономии времени при переходе на новый тираж, такую планетарную секцию или несколько секций можно использовать и для печатания удвоенным числом красок, но тогда нужно учесть, что сушка между двумя красками в пределах одной секции практически трудновыполнима.

Комбинированные линейные секционные машины и агрегаты

Около 30 лет тому назад появились первые линейные агрегаты — флексографские печатные машины, агрегатированные с различными обрабатывающими устройствами и работающие с рулона на рулон. Рационализаторские идеи и хозяйственные предпосылки привели к появлению новых вариантов использования принципа такого агрегатирования.

Довольно рано стали появляться машины для каширования [припрессовки] и запечатывания шестью красками алюминиевой фольги с последующим тиснением и перфорацией и с соблюдением

необходимой продольной приводки всех технологических операций. Появилась возможность изготавливать подходящие материалы для автоматической упаковки масла и маргарина. Затем появились комбинированные машины, объединяющие флексографскую и глубокую печать.

В первых машинах поддержание точной приводки между оттисками, полученными этими двумя способами печати, было невозможно из-за отсутствия в них средств автоматики. После некоторого застоя в этой области приблизительно 10 лет назад — под влиянием значительного расширения печатания обоев флексографским способом — начался новый подъем. В этой области работы требуются агрегаты линейного типа для печатания флексо-графским и глубоким способами (с высокой точностью приводки красок) с последующим лакированием. Поэтому были усовершенствованы механические приводы и их соединения и установлены новые электрические и электронные устройства автоматического регулирования приводки красок и других технологических операций. Созданы поточные линии, в которых бумажная лента разматывается с рулона, на ней выполняется многокрасочная печать с тиснением, а на приемном устройстве получают готовые маленькие рулончики обоев. Созданы также флексографские печатные машины, оснащенные дополнительным рулонным приемным устройством, позволяющим путем небольших изменений присоединить к флексографской печатной машине устройство для каширования и сушки. Такие агрегаты могут служить для создания упаковочных материалов, используемых для продуктов питания.

Благодаря разработке процесса каширования без выделения паров растворителей в области изготовления упаковочной продукции возникла возможность получить за один прогон многослойную пленку с изображением на одном из внутренних слоев, отпечатанным флексографским способом, при сравнительно небольших затратах. Все названные выше линейные секционные агрегаты позволяют экономить время, материалы и трудозатраты

и сокращать потребность в транспортировке полуфабрикатов. Чтобы работа на агрегатах была экономически более эффективна (это, к сожалению, сегодня не всегда возможно) строят и испытывают все новые разновидности агрегатов. Один из часто встречающихся вариантов агрегатов построен на основе планетарной флексографской печатной машины, к которой добавлены одна или две секции глубокой печати, служащие для запечатывания ленты и, непосредственно за этим, нанесения на ее оборотную сторону ПВХД [поливинил-денхлоридного] покрытия или клеевого слоя с соблюдением хорошей приводки (рис. 1.6).

В печатной секции глубокой печати при соответствующем ее оснащении возможно нанесение покрытия в горячем состоянии. Такие секции включаются в состав поточных линий по изготовлению специальных упаковочных материалов, применяемых в кондитерской и пищевой промышленности.

Постоянное повышение стоимости сырья и рост зарплаты обслуживающего машины персонала заставляет машиностроителей проектировать и изготовлять все новые и более совершенные разновидности агрегатов. Флексографские печатные машины находят в их составе самое широкое применение.

Печатные секции

В этом разделе подробнее рассматриваются разные типы печатных секций. Имеются различия между секциями ярусной

типа, планетарными, однокрасочными секциями в составе секционных линейных машин и переналаживаемыми секциями. Два первых и два последних типа имеют между собой много общего, но у них есть и существенные различия. В некоторых случаях встречаются и секции специального исполнения, которые здесь не рассматриваются. Во всех флексографских печатных машинах печатные секции представляют собой важнейшую составную часть и определяют тип машины, а другие составные части могут быть одинаковыми или подобными между собой у машин разных типов.

Ярусная секция

Ярусная секция является частью секционной ярусной машины и строится так же, как встраиваемая секция. Благодаря простоте построения и возможностям широкого варьирования она имеет весьма распространенное применение. Станина секции делается из чугуна или стали, и на ней с одной или двух сторон монтируются отдельные печатные секции. Известны такие варианты построения секций, когда с одной стороны располагаются один над другим до пяти отдельных печатно-красочных аппаратов, и такие варианты, когда с обеих сторон установлено по 3 или по 4 отдельных аппарата. В общем случае, такая печатная секция может содержать от одного до восьми отдельных печатно-красочных аппаратов.

В трехъярусной секции может быть установлено, в зависимости от необходимости,

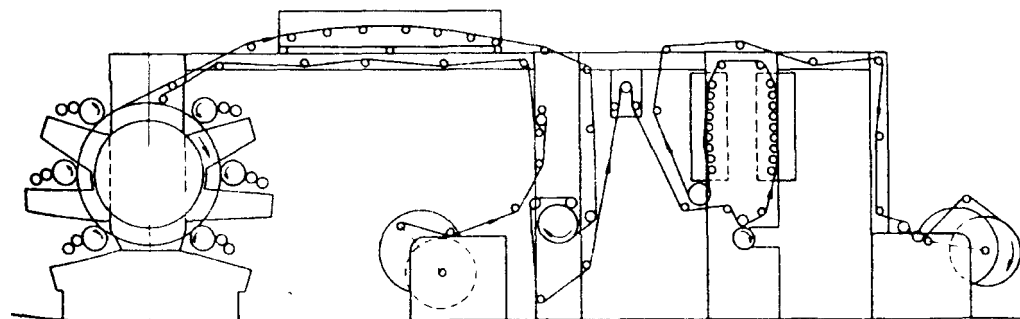


РИС. 1.6. 6-красочная планетарная машина, агрегатированная с секцией глубокой печати, служащей для нанесения ПВХД-покрытия или клеевого слоя с оборотной стороны ленты с соблюдением приводки лица и оборота

до шести печатных аппаратов, а в исключительных случаях (в 4 яруса) — до восьми (рис. 1.7). Как правило, 8-красочная печать при этом не производится, так как в работе находится только часть печатно-красочных аппаратов, в то время как остальные аппараты готовятся к печатанию следующего тиража. Станина секции состоит из центральной части и консолей. Центральная часть станины должна быть жесткой и точно изготовленной, так как на ней устанавливаются все печатные цилиндры, которые служат опорой для проводимой запечатываемой ленты, и потому их оси должны быть строго параллельны между собой, а вращение — строго синхронным. На центральной части станины располагаются, кроме того, самые главные элементы привода, в том числе зубчатые колеса для приводов печатных цилиндров и остальных элементов печатных секций, а также всевозможные дополнительные устройства. Консольные стенки, на которых устанавливаются формные цилиндры и красочные аппараты, могут быть отлиты заодно с основной центральной частью станины или привинчены к ней. К ним также предъявляются требования высокой точности и жесткости. Красочные аппараты могут иметь различное построение. Обычно на формный цилиндр краска накатывается растрированным цилиндром, а на него краска подается обрезиненным дукторным валиком, частично погруженным в красочное корыто — такая система считается трехцилиндровой [формный цилиндр + два вращающихся элемента красочного аппарата]. В последнее время в рулонных флексографских машинах применяют красочные аппараты, в которых растрированный цилиндр не только накатывает краску на форму, но и выводит ее из красочного корыта, а ракель удаляет избыток краски с поверхности цилиндра [двухцилиндровая система — формный цилиндр + растрированный цилиндр]. Известны также некоторые специальные устройства, применяемые не во всех машинах. В разделе «Формные цилиндры и красочные аппараты» мы рассмотрим одну из разновидностей такого специального устройства печатной секции, применяемой для не прямой глубокой печати.

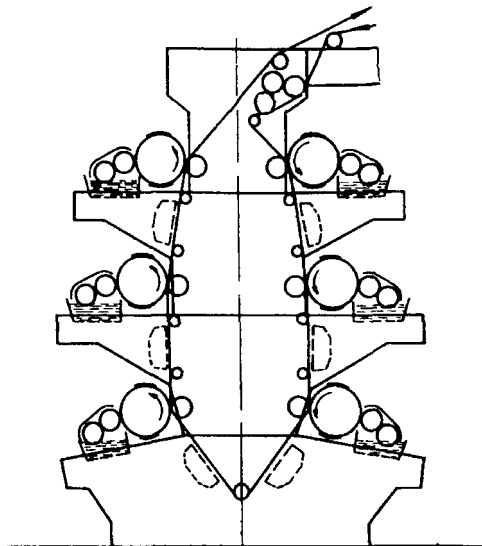


Рис. 1.7. 6-красочная ярусная секция.

Конструкция формных цилиндров и красочных аппаратов определяется требованиями заказчика. Все зависит от типа запечатываемых материалов, от характера печатных изображений и требований к качеству оттисков. Обычно ширина запечатываемых материалов в машинах данного типа (новых моделей) лежит в пределах от 800 до 1600 мм. Почти все машины являются машинами переменного формата; это значит, что длина оттисков в них может быть различной. Поскольку длина оттиска определяется диаметром формного цилиндра, последние делаются сменными. Область размеров диаметров формных цилиндров в разных машинах различна. В малых машинах она устанавливается от 88 до 250 мм, в средних — от 350 до 1000 или даже до 1600 мм, в крупноформатных — от 500 до 2600 мм и более. Отметим, что флексографские машины секционного ярусного построения обладают большой гибкостью в области формата.

Проводка запечатываемого материала обычно осуществляется сверху вниз, и потом — по другой стороне — снова вверх, но можно применить и направление снизу вверх и снова вниз. Здесь важно правильно установить тянущие устройства и учесть особенности запечатываемого материала.

Большим достоинством машин секционного ярусного построения является возможность печатания на ленте с двух сторон в одной секции за один прогон. Путем сравнительно простого изменения направления проводки ленты и изменения направления вращения цилиндров группы печатно-красочных аппаратов можно запечатывать как лицевую, так и оборотную сторону ленты. В этом случае нужно иметь дополнительные сушильные устройства и охлаждающие цилиндры, чтобы получить хорошее закрепление всех оттисков. Обычно после каждой печатной секции должны быть установлены устройства для обдува запечатанной ленты теплым воздухом и отсоса паров растворителей, чтобы закрепить краску на поверхности материала. Поскольку обычно лента проходит от одной печатной секции к другой свободно, опираясь лишь на один-два направляющих валика, то под действием потоков воздуха возникают небольшие колебания ленты, которые, при наличии обычных зазоров в приводных зубчатых зацеплениях, приводят к нарушениям продольной приводе между оттисками отдельных красок.

При современном уровне техники в ярусных секциях нельзя получить точность продольной приводе выше $\pm 0,2$ мм. Если есть необходимость в более высокой точности печати, следует использовать планетарные секции.

Планетарная печатная секция

Планетарные печатные секции существуют на рынке в меньшем количестве вариантов, чем ярусные. Станина для планетарной секции должна быть весьма жесткой (так как на ней устанавливаются общий печатный цилиндр большого диаметра и приводное зубчатое колесо такого же диаметра и они должны иметь возможность вращаться с высокой степенью плавности, без колебаний). Вокруг печатного цилиндра в виде сателлитов устанавливаются 4 или 6 формных цилиндров с красочными аппаратами. Наиболее часто встречаются 6-красочные секции, в которых можно получать многокрасочные полутоновые изображения самого высокого качества (рис. 1.8).

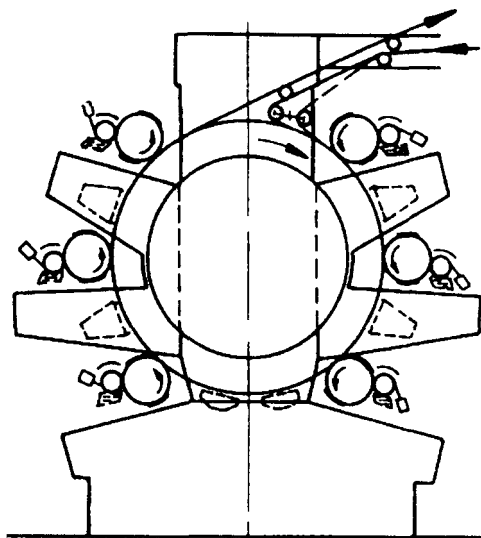


Рис. 1.8. 6-красочная планетарная секция.

Современный рынок обычно предлагает печатные цилиндры трех размеров. В малых 4-красочных машинах диаметр печатного цилиндра около 800 мм. Стандартные 4- или 6-красочные машины имеют печатные цилиндры диаметром порядка 1500-1800 мм, а диаметр цилиндра в больших 6-красочных — достигает 2000 мм и иногда немного более. Диаметр печатного цилиндра в новых 8-красочных машинах некоторые изготовители делают от 2000 мм до 2300 мм, а иногда и более. Не стоит делать цилиндры еще больших диаметров, так как при этом увеличивается ширина зоны печатного контакта между печатным и формным цилиндрами и чрезмерно возрастает сила суммарного давления между* ними. Это не свойственно флексографской печати,

Основные трудности при использовании цилиндров большого диаметра — высокая стоимость их точного изготовления и существенное изменение их диаметра при изменении температуры. Действительно, при одном и том же коэффициенте теплового расширения металла приращение диаметра цилиндра тем больше, чем больше его диаметр. Это приводит к изменению давления печати, что известным образом сказывается на качестве печати. Увеличение же ширины полосы контакта само по себе не имеет решающего отрицательного значения, а кроме того, оно влечет за собой и положительный эффект — увеличение времени печатного контакта (примеч. ред.).

отличительной особенностью которой является небольшое давление печати, при котором не возникает раздавливание формы и «дробление» оттиска*. Ширина запечатываемого материала в современных планетарных секциях составляет от 300 до 2500 мм. Длина одного оттиска в обычных машинах для печатания упаковочной продукции не превышает 1000 мм, но в специальных машинах для печатания на бумаге и гофрокартоне она может быть равной 1600 мм и даже 2000 мм. При этом нужно, однако, очень точно рассчитывать значение давления между печатным и формным цилиндрами. В планетарных секциях также можно применять красочные аппараты различных типов; следует отметить, что в последнее время чаще всего используется красочный аппарат с одним растриванным цилиндром и ракельным устройством, позволяющий добиваться очень точной подачи краски и получать стабильно оттиски высокого качества.

Гарантией точности продольной приводки красок и вследствие этого хорошего качества многокрасочных оттисков является наличие общего печатного цилиндра, который представляет собой сердцевину планетарной секции. У наиболее совершенных современных моделей радиальные биения не превышают 0,005 мм, а шероховатость поверхности — 0,002 мм. Очень важно поддерживать постоянную температуру цилиндра, что достигается устройством водяного охлаждения, так как иначе — в особенности из-за подогрева воздухом, подаваемым для сушки оттисков, — возможны деформации цилиндра, изменяющиеся в течение времени печатания одного тиража. Вследствие этого давление в зонах печатного контакта становится переменным и ухудшается качество печати. Непременным условием хорошей работы является заботливое отношение к печатному цилиндру.

* При увеличении полосы печатного контакта из-за диаметра печатного цилиндра (в пределе — плоскочувствительный аппарат) давление печати устанавливают регулировкой цилиндров таким, каким оно должно быть во флексографской печати. Увеличивается лишь суммарное давление печати в каждой печатной зоне (прим ред)

В том месте, где лента запечатываемого материала (которую от рулонной установки ведет стабилизатор ее натяжения) подходит к печатному цилиндру планетарной секции, устанавливается обрезающий валик, прижимающий ленту к поверхности печатного цилиндра, и далее лента плотно охватывает цилиндр. Лента проводится через 4, 6 или 8 зон печатного контакта и только после этого отводится от печатного цилиндра. При этом даже растягивающийся материал не вытягивается между зонами печатного контакта, и не происходит нарушений продольной приводки. В машинах новой конструкции зубчатые колеса, установленные на валах формных цилиндров, зацепляются непосредственно с большим зубчатым колесом, установленным на валу печатного цилиндра и имеющим диаметр, соответствующий размеру цилиндра. Поэтому суммарные зазоры в зубчатых передачах минимальны. Таким образом, в планетарной секции создаются близкие к идеальным условия для получения высокого качества печати. Планетарная печатная секция может служить наилучшей основой для универсальных флексографских печатных машин, выпускающих продукцию высокого качества.

Печатная секция в линейной секционной машине

Одиночная секция для флексографии нехарактерна, скорее, можно считать ее для этого способа печати специальной. Секция, представляющая собой отдельный печатно-красочный аппарат, строится так же, как секция глубокой печати, т.е. на одной станине монтируются печатный и формный цилиндры с красочным аппаратом, тянущее и сушильное устройства, охлаждающий цилиндр, регистровый валик и комплект лентонаправляющих валиков (рис. 1.9). Такие секции устанавливаются в машине последовательно одна за другой. Обычно их количество в машине — от пяти до восьми, т.е. за один прогон можно получить 5- или 8-красочный оттиск. В каждой секции имеется механизм привода. Между собой приводы соседних секций связаны карданными

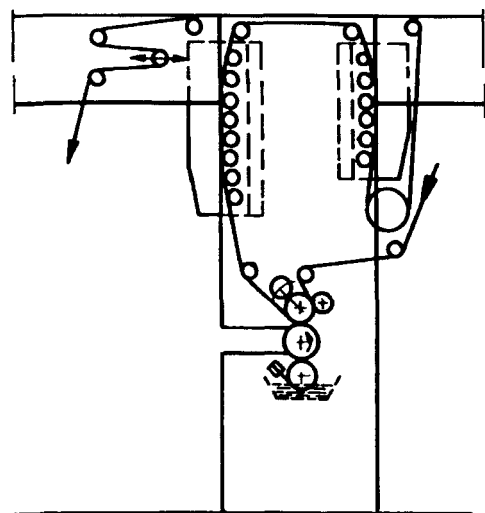


Рис. 1.9. 1-красочная печатная секция линейной машины.

валами и муфтами. Формный цилиндр установлен в опорах станины стабильно и связан с помощью механических либо гидравлических устройств с приводом всей печатной секции. Смена формных цилиндров — особенно в машинах для печатания на лентах большой ширины — осуществляется с помощью специальных тележек.

Устройство красочных аппаратов может быть различным. В некоторых моделях устанавливают растрированный цилиндр и обрезиненный дукторный валик, в других — только растрированный цилиндр и ракель. В современных быстроходных машинах, работающих на скоростях порядка 10-12 м/с, при ширине запечатываемого материала более 1400 мм обычно устанавливают растрированный цилиндр с обратным ракелем [обратный ракель — ракель, установленный под отрицательным углом], этим достигается равномерная подача краски. В красочных аппаратах дукторного типа возможна быстрая регулировка подачи краски путем изменения давления между дукторным валиком и растрированным цилиндром без замены последнего. Включение и выключение давления в печатной паре и в красочном аппарате производится механическим устройством, а в наиболее быстроходных машинах — гидравлическим

устройством. Лента запечатываемого материала при входе в секцию огибает направляющий валик тянущего устройства и затем прижимается к печатному цилиндру. После печати лента попадает в закрытую одним или двумя кожухами сушильную камеру, и, наконец, лента огибает охлаждающий цилиндр, направляющие валики и регистровый валик, после чего движется в последующие печатные секции, пока не дойдет до рулонного приемного устройства. Благодаря большой длине проводки ленты в сушильном устройстве — в высокопроизводительных машинах эта длина достигает 4м — подобные печатные секции можно применять в тех случаях, когда нужно работать с большой скоростью и наносить на оттиск слои краски большой толщины при наложении отдельных красок одна на другую. Это преимущество данного типа построения машин перед ярусным и планетарным. Точность автоматической продольной привошки красок между секциями составляет $\pm 0,2$ мм; регулируется привошка, как в рулонных машинах глубокой печати, с помощью регистровых механизмов и электронных устройств управления, необходимых при наличии сушильных устройств на межсекционных участках и больших скоростях печати. Для этого в каждой печатной секции, за исключением первой, устанавливается оптический датчик, который сравнивает положение отпечатанных в отдельных секциях меток и подает сигнал серводвигателю регистрового валика при возникновении отклонения привошки. Тогда длина проводки ленты между двумя печатными секциями увеличивается или уменьшается, и происходит коррекция отклонения продольной привошки.*

Такое исполнение создает для флексографской печатной секции широкие технические возможности, но увеличивает ее сложность и стоимость, в том числе из-за необходимости автоматического управления привошкой красок. В последние годы принято устанавливать формный цилиндр

* Подробнее процесс автоматического регулирования привошки красок изложен в разделе 2 3 (прим ред)

вместе с красочным аппаратом на выдвижной каретке, чтобы ее можно было быстро подключить к работе и так же быстро убрать. Это дает значительную экономию времени переналадки, вследствие чего возрастают производительность машины и экономическая эффективность ее применения. Такая печатная секция обладает различными возможностями, но имеет ограниченную область применения.

Переналаживаемая секция

Этот вид секции является дальнейшим развитием предыдущей и открывает возможность применения глубокой печати. Машина, состоящая из подобных секций, требует еще больших затрат на изготовление, но дает возможность варьировать и комбинировать два способа печати — флексографский и глубокий. Такая машина с переналаживаемыми секциями подходит для любой типографии, для любого предприятия, где применяли только один из этих способов печати, но хотели бы расширить свои возможности, или же есть необходимость переходить постоянно от одного способа печати к другому. Это специальная печатная машина с гибкими технологическими возможностями. Такие машины пользуются спросом в типографиях, изготавливающих упаковочную продукцию, на предприятиях, обрабатывающих картон и полиэтилен, и на обойных фабриках.

Секции могут иметь выдвижные каретки, на которых установлены формные цилиндры и красочные аппараты, тогда переход с одного способа печати на другой производится путем замены кареток (или секции могут быть построены так, что переход на другой способ печати производится путем замены ракельного устройства). Во всех случаях нужно иметь возможность производить эту замену достаточно быстро, чтобы время простоя машины было минимальным.

Безусловно, в составе печатной секции должны быть еще печатный и прессовый цилиндры, переставляемые механическим или пневматическим устройством; при варианте глубокой печати обрезиненный цилиндр является печатным, а жесткий —

прессовым, при флексографской печати жесткий цилиндр является печатным, а обрезиненный оставляется в нерабочем положении. Только при такой конструкции использование переналаживаемых печатных секций экономически оправдано. Все вспомогательное оборудование используется в обоих способах печати.

В последнее время в основном применяется конструкция печатных секций с выдвижной кареткой. Сменная часть смыывается вне машины и готовится к печатанию следующего тиража. После окончания печатания предыдущего тиража сменную часть секции выдвигают и на ее место вставляют новую, подготовленную заранее. Время простоя машины сокращается до минимума, ее производительность повышается. Еще одна возможность дальнейшего сокращения простоев машины, используемая в течение последних 20 лет, заключается в использовании программного управления при смене способа печати; при этом облегчается обслуживание машины. Программное управление применяется и в обычных флексографских печатных секциях, но особенно большой экономический эффект оно дает, когда используется в переналаживаемых секциях.

Газетная флексографская печатная секция

Следует упомянуть о флексографских печатных секциях для выпуска ежедневных газет.

В США после внедрения рулонных офсетных машин в область газетной индустрии, выпускающей ежедневные издания, возникло стремление иметь более простые машины.

Вначале эти заявки мало кого заинтересовали, но все же первые образцы нужного типа были созданы при взаимодействии с американским союзом газетных типографий (ANPA).

В настоящее время этим занимаются некоторые из машиностроителей, выпускающие флексографские машины для печати упаковочной продукции, и некоторые из машиностроителей, выпускающие машины для печатания газетной и иллюстрационной продукции другими способами печати. Так были созданы первые

экспериментальные секции. Они имели облегченную конструкцию или представляли собой компактные версии подобных секций, имевшихся в машинах высокой и офсетной печати, и могли встраиваться в эти машины либо устанавливаться отдельно.

Вначале отдельные печатные секции и малоформатные машины делались только для экспериментальных или специальных работ. Тем временем и в США, и в Западной Европе стало появляться все больше полностью укомплектованных машин, которые использовались для выпуска ежедневных периодических изданий, и много машин уже находилось в стадии изготовления и сборки. Хорошее качество как черно-белой, так и многокрасочной печати и высокая экономическая эффективность нового способа печати заставили многие газетные типографии, особенно в США, заказывать и устанавливать у себя полные комплекты оборудования для флексографской печати газет.

При устройстве таких новых типографий выбор флексографского способа печати диктовался рядом причин: простота способа; удобство обслуживания печатных секций и машины в целом; очень малое количество макулатуры; возможность печатать на тонкой бумаге благодаря слабому просвечиванию оттисков; отсутствие смазывания оттиска и получение четкой растровой точки при использовании красок на водной основе; уменьшенная энергоемкость и умеренная стоимость машины.

Рассмотрим один из большого количества имеющихся на мировом рынке вариантов построения 4-красочной секции быстроходной печатной машины (рис. 1.10).

Эта секция предназначена для печатания на бумажной ленте шириной около 1500 мм при длине оттиска порядка 600 мм, что соответствует диаметру формного цилиндра около 380 мм; скорость печати составляет 750 м/мин, производительность — до 75000 экз/час. При этом качество 4-красочных флексографских оттисков соответствует тем требованиям, которые предъявляются к газетам, печатающимся высоким типографским и офсетным способами.

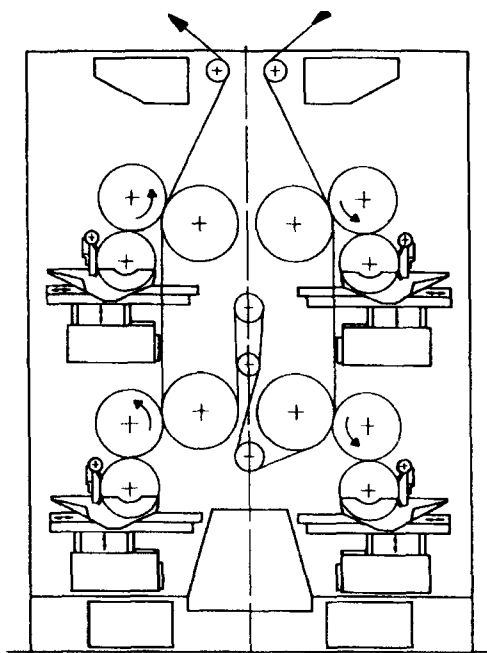


Рис. 1.10. 4-красочная ярусная секция газетной печатной машины.

Все цилиндры с большой точностью устанавливаются в крупногабаритных подшипниках качения, которые размещаются в жестких литых стенках коробчатой конструкции. Для привода цилиндров применяются шлифованные зубчатые колеса, изготовленные из лучших материалов и работающие в масляной ванне. Для получения оттисков высокого качества необходимо изготавливать цилиндры с большой радиальной точностью. Мягкая эластичная форма с подложкой из пенорезины закрепляется на формном цилиндре с помощью механических или магнитных устройств, а накат краски на поверхность формы производится растрованным цилиндром относительно большого диаметра; краска подается на цилиндр из так называемой красочной камеры, на которой установлен обратный ракель, счищающий избыток краски с поверхности цилиндра. Такая система обеспечивает безупречную равномерную подачу краски на форму при наибольших скоростях печати.

К основному оборудованию секции относятся пневматические устройства для включения и выключения натиска, механизмы

продольной и поперечной приводки, устройства для автоматического подвода краски, для контроля ее вязкости и автоматической смывки краски, а также другие механические, пневматические и электронные устройства для наблюдения и контроля за технологическим процессом.

Такая секция может изготавливаться и для 2- или 3-красочной печати, если это требуется в соответствии с общей концепцией машины.

В настоящее время для печатания упаковочной продукции в США (и частично в Англии и Италии) предпочитают использовать прямую флексографскую печать и печатные секции, состоящие из печатного цилиндра, формного цилиндра с мягкой эластичной формой и растрированного цилиндра с прижатым к нему ракелем; при этом применяются водные краски; в Германии же, Нидерландах и Швейцарии применяют непрямой способ флексографской печати и печатные секции, состоящие из печатного цилиндра с резиновым покрытием, формного цилиндра с жесткой формой, накатного обрезающего валика и растрированного цилиндра с прижатым к нему ракелем; краски при этом делаются на масляной основе.

Европейские исследования и разработки в области водных красок и соответствующих печатных форм пока уступают тем, которые проведены в США, поэтому при современных технических возможностях качество флексографской печати пока ниже, чем офсетной.

Расширение применения флексографской печати в области изготовления газет, несложных журналов и телефонных книг дает импульс дальнейшему совершенствованию этого способа и позволяет ему сравниться по значению с офсетной и глубокой печатью. При этом, однако, не следует оставлять без внимания различия в качестве между большинством американских газет и многими ежедневными газетами в некоторых западноевропейских странах.

Красочные аппараты и формные цилиндры

Красочный аппарат вместе с формным цилиндром является важнейшей состав

ной частью флексографской печатной машины; в данном разделе мы должны подробно его рассмотреть.

В настоящее время наибольший интерес представляют только два типа красочных аппаратов: дукторный, или двухцилиндровый (считая вместе с формным цилиндром — трехцилиндровый), и ракельный, причем в последнее время в новых машинах чаще встречается ракельный тип. Новые машины, представленные на современном рынке, оснащаются только ракельными красочными аппаратами. Следует упомянуть также о печатных секциях непрямой глубокой печати, которые, однако, вытесняются флексографскими по мере усовершенствования фотополимерных растровых форм и улучшения качества флексографской растровой печати. Но все же они сохраняют свое значение при печатании на шероховатых растяжимых материалах и в некоторых других случаях.

Дукторный красочный аппарат

Дукторные двухцилиндровые красочные аппараты (трехцилиндровые — считая вместе с формным цилиндром) впервые появились много лет назад, длительно совершенствовались и до сих пор применяются во многих флексографских печатных машинах. Они относительно просты в обслуживании и наладке, имеют весьма гибкие технические возможности и в последние годы стали полностью удовлетворять все требования, которые к ним предъявляют потребители. Обычно аппарат такого типа устанавливается на стенках станины или консоли; парные кронштейны для установки формного цилиндра имеют форму буквы «Г», повернутой горизонтально; на их вытянутых сторонах размещаются парные кронштейны для установки растрированного цилиндра и дукторного валика (рис. 1.11). Большой частью здесь же закрепляется и красочное корыто. Для смены формного цилиндра, которая производится с целью изменения длины оттиска, или при наладке печатного аппарата формный цилиндр смещается относительно печатного вместе с кронштейнами с помощью механического,

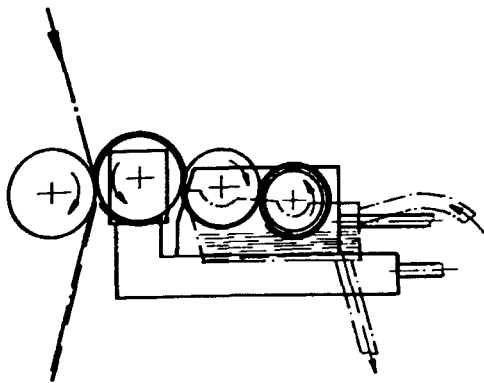


рис. 1.11. Печатная секция с красочным аппаратом дукторного типа.

гидравлического или электромеханического привода в горизонтальном направлении. Так же могут смещаться и кронштейны красочного аппарата. Ниже в разделе «Важнейшие элементы печатных секций» подробнее рассмотрены отдельные ее части, встречающиеся на современном рынке.

Привод формного цилиндра и элементов красочного аппарата производится от зубчатых колес, которые раньше устанавливались на внутренней стороне станины, а теперь чаще устанавливаются с ее наружной стороны. Это делается для того, чтобы по возможности уменьшить расстояние между стенками станины и свести к минимуму прогиб цилиндров. При остановках машины формный цилиндр должен отводиться от печатного, чтобы не происходило прилипания запечатываемой ленты к поверхности формы. Это производится путем небольшого подъема формного цилиндра по вертикали или небольшого его смещения по горизонтальному направлению. Одновременно формный цилиндр нужно остановить и отвести от красочного аппарата, чтобы на форме не скапливалась краска.

Подъем формного цилиндра, т.е. выключение, а также включение натиска производится под действием силы пружин или от гидравлических рабочих цилиндров. Механизм натиска должен быть отрегулирован так, чтобы давление при каждом включении натиска было одно и то же, в противном случае качество оттисков изменится и для продолжения работы

потребуется подналадка механизма. Формный цилиндр при выключенном натиске должен останавливаться для смывки формы и, при необходимости, внесения небольшой корректуры. Дукторный валик и растрированный цилиндр должны в это время вращаться, чтобы краска не засыхала на их поверхностях. Это достигается установкой индивидуального электрического или гидравлического привода к красочному аппарату. Во флексографских печатных машинах, скорость печати которых составляет около 200 м/мин, чаще устанавливают электродвигатель; во время работы машины дукторный валик и растрированный цилиндр вращаются (могут использоваться сменные зубчатые передачи с передаточными отношениями 1:1, 1:2, 1:3 и иногда — 1:4). Такое соотношение вызывает проскальзывание между поверхностями растрированного цилиндра и дукторного валика, что (из-за меньшей скорости дукторного валика) уменьшает опасность разбрызгивания краски и образования красочного тумана.

Окружные скорости растрированного и формного цилиндров должны быть равны между собой, чтобы не вызывать истирания и повреждений поверхности формы. В самых быстроходных машинах для привода элементов красочного аппарата, как и для главного привода, применяются гидравлические двигатели, которые допускают бесступенчатую регулировку передаточных отношений примерно до 1:8 без применения сменных зубчатых колес. Этим достигается точное, равномерное дозирование количества подаваемой краски в широком диапазоне изменения скоростей работы.

Прижим дукторного валика к растрированному цилиндру также имеет большое значение для равномерной передачи краски между ними. Он осуществляется механическими устройствами, реже — пневматическими, а в скоростных машинах и машинах большой ширины — гидравлическими устройствами. Прижим с обеих сторон должен быть одинаковым и не чрезмерным, иначе возможен прогиб цилиндров и невозможна равномерная передача краски. Изменением межцентрового

расстояния между дукторным валиком и растриванным цилиндром можно варьировать количество подаваемой на форму краски. Это является большим достоинством красочных аппаратов данного типа. Недостатком их является то, что при изменении скорости работы меняется и количество подаваемой на форму краски, что ведет к изменениям плотности оттисков.* Чтобы этого избежать, требуется устанавливать в контакте с растриванным цилиндром ракель, тогда на форму передается только та краска, которая находится в ячейках растриванного цилиндра, а краска с его поверхности полностью стирается.

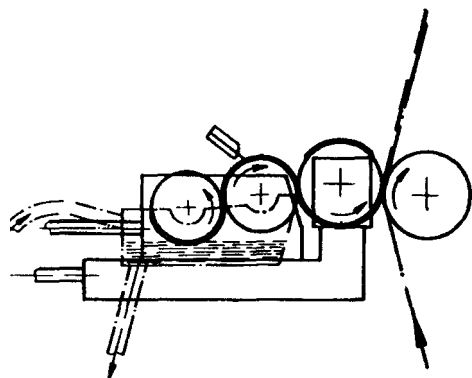


Рис. 1.12. Печатная секция с дукторным красочным аппаратом и ракульным устройством.

На этом основании в последние годы стали оснащать дукторный красочный аппарат еще и ракульным устройством (рис. 1.12). Ракель прижат к растриванному цилиндру сверху и во время вращения стирает с его поверхности избыток краски, подобно тому, как это происходит в аппаратах глубокой печати, где ракель прижат к поверхности формного цилиндра. При этом происходит постоянный износ поверхности растриванного цилиндра, который в обычных безракульных дукторных аппаратах незначителен. Тем не менее продолжают разработки

* Это изменение обусловлено различным гидродинамическим давлением при различных скоростях валиков и их большим прогибом при большем давлении (прим. ред.).

ракульных аппаратов в связи с повышением требований к качеству оттисков, особенно растровых полутоновых, и поиски новых решений. Одно из них — это красочный аппарат ракульного типа. Одноцилиндровый [двухцилиндровый, считая вместе с формным цилиндром], он как бы дополняет еще не потерявший своего значения аппарат дукторного типа — двухцилиндровый [трехцилиндровый, считая вместе с формным цилиндром].

Ракельный красочный аппарат

Этот новый вариант построения красочного аппарата для флексографских печатных машин возник недавно и за короткое время успел распространиться повсеместно в новых машинах, предназначенных для высококачественной печати. Понадобилось провести много поисков и исследований, чтобы найти подходящее решение, удовлетворяющее всем предъявляемым требованиям, пригодное к практическому использованию и заслужившее положительные отзывы обслуживающего

персонала.

Однокрасочный формный аппарат состоит из прижатого к формному цилиндру растриванного цилиндра, ракульного устройства и красочного корыта. Г-образные кронштейны для установки формного цилиндра расположены так же, как и при наличии красочного аппарата дукторного типа. На кронштейнах установлен в одной паре опор только растриванный цилиндр и ракульное устройство. Обрезиненный красочный валик отсутствует. Все дополнительные устройства — те же, что и в дукторном аппарате, и для индивидуального привода растриванного цилиндра имеется отдельный электродвигатель, который должен работать при остановленной машине. Многие ракульные устройства снабжены механизмами осевого возвратно-поступательного перемещения ракеля для удаления попадающих на него загрязнений и посторонних частиц в краске. Прижим ракеля к цилиндру во многих случаях выполняется пневматическим механизмом, при этом возможна тонкая регулировка усилия прижима и указатель значения этого усилия. Вначале в Европе

была принята только «попутная», или позитивная, установка ракеля (рис. 1.13), а в США давно уже делали устройства со встречной, или негативной, установкой ракеля (рис. 1.14).

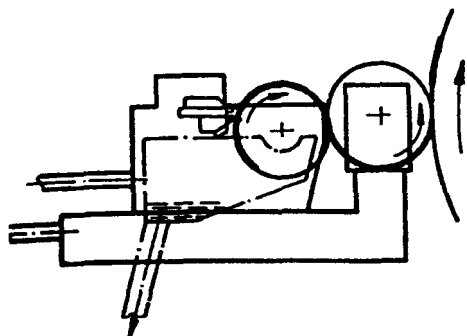


Рис. 1.13. Ракельный одноцилиндровый красочный аппарат с «попутной» (позитивной) установкой ракельного ножа.

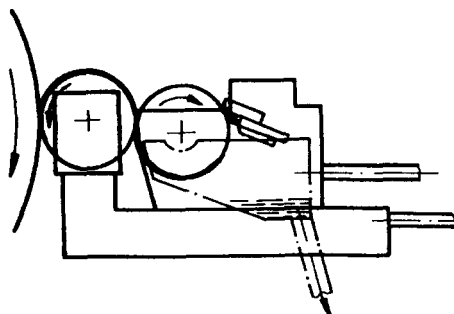


Рис. 1.14. Ракельный одноцилиндровый красочный аппарат со встречной (негативной) установкой ракельного ножа (обратный раке́ль).

В конце концов европейский рынок пришел к компромиссному решению, и все однотипные красочные аппараты делаются либо с попутным, либо со встречным расположением ракеля. В настоящее время лишь немногие аппараты оснащаются позитивными ракелями. Соответственно все большее их число оснащается устройствами с негативной установкой Ракелей. Совсем недавно хромированные растритованные цилиндры стали заменять на керамические [цилиндры с керамическим покрытием], изготовленные методом лазерного гравирования. Нельзя считать конструкцию флексографских красочных аппаратов окончательно установившейся, разработки и исследования

в этой области продолжают. Почти все флексографские машины большой ширины, все быстроходные машины и машины, предназначенные для высококачественной растровой печати, оснащаются сейчас ракельными красочными аппаратами. Эти аппараты обеспечивают нанесение тонкого, равномерного и строго определенного по толщине красочного слоя по всей длине образующей формы при всех скоростях работы машины. Очень важно точно прижать раке́ль к цилиндру с минимально необходимым усилием, так как иначе происходит усиленный износ поверхности растритованного цилиндра. По результатам работы различных типографий известно, что при встречной установке ракеля — при которой усилие прижима может быть совсем небольшим — поверхность растритованного цилиндра чище освобождается от краски, а износ поверхности меньше, чем при попутном раке́ле, который требует более значительного усилия прижима.

Ракельный красочный аппарат имеет не только достоинства, но и недостатки, о которых здесь нельзя умолчать. Кроме повышенного износа поверхности растритованного цилиндра, о чем уже говорилось выше, к недостаткам относится определенная зависимость толщины слоя краски, наносимого на форму, от линиатуры растра на цилиндре. Поэтому приходится применять различные растритованные цилиндры с неодинаковой линиатурой при печатании изображений разного рода: текста, плашек или полутонных растровых иллюстраций, т.е. менять растритованные цилиндры при изменении характера изображения. Это требует увеличения капиталовложений — нужны сменные растритованные цилиндры — и увеличения затрат времени на переналадку машины при переходе на печатание нового тиража. Но в этом вопросе многие машиностроители нашли довольно удачные решения, и смена растритованного цилиндра может производиться достаточно быстро. Тем самым открываются все более широкие возможности применения ракельных аппаратов в тех типографиях, где требуется точная подача

тонкого слоя краски на форму для получения хорошего и стабильного качества флексографских оттисков. Это также необходимо при флексографской печати с программным управлением, где при печатании репродукций требуется точно дозированное количество краски на форме и все отклонения должны учитываться при работе оборудования.

На основе положительных результатов, полученных при работе со встречным ракелем, были разработаны и установлены на многих флексографских печатных машинах в той или иной степени закрытые щелевые красочные камеры, сделанные из алюминия, оснащенные установленным на выходе из камеры негативным ракелем. Ракельный нож обычно изготавливается из стали, но в последнее время в комплекте с керамическими цилиндрами стали использовать синтетические ножи.

Достоинствами такой камеры являются равномерная подача краски по всей ширине под небольшим давлением, незначительная циркуляция краски, минимальное испарение растворителей благодаря использованию закрытой системы, щадящие условия работы для растрованного цилиндра благодаря специальному устройству подвески всей камеры и возможность простой и быстрой смывки аппарата при смене краски.

Благодаря использованию негативного ракеля такая система позволяет очень точно дозировать подачу краски и подавать ее строго стабильно на различных скоростях работы машины; расход краски при этом меньше, чем обычно (рис. 1.15).

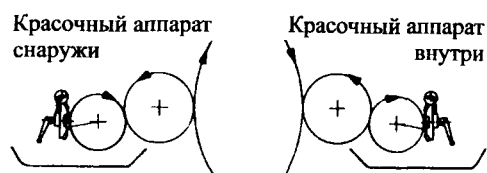


Рис. 1.15. Ракельный одноцилиндровый красочный аппарат с камерным негативным ракелем.

Уже сейчас применение этого современного комбинированного краскоподающего и ракельного устройства с установкой ракеля под отрицательным углом

по отношению к растрованному цилиндру распространено повсеместно и помогает получить высококачественные флексографские оттиски во всех областях полиграфической промышленности, где применяется этот способ печати.

От растровой флексографской печати с программным управлением остается один небольшой шаг до модифицированной, а именно, не прямой глубокой печати. Найдена возможность печатать этим способом на флексографских машинах, устанавливая там формные цилиндры глубокой печати; качество оттисков, получающихся при этом, близко к качеству оттисков глубокой печати.

Непрямая (офсетная) глубокая печать

Этот специальный способ печати может применяться для печатания на шероховатых поверхностях и на растягивающихся материалах, которые нельзя запечатывать в обычных машинах глубокой печати. По такому принципу могут строиться и планетарные машины. Вместо обычного формного цилиндра в этом случае к печатному цилиндру прижимается цилиндр с резинотканевой обтяжкой или обрезиненный валик такого же диаметра, что и формный цилиндр глубокой печати. Это значит, что для каждого формного цилиндра определенного диаметра должен иметься обрезиненный валик того же диаметра, который устанавливается на том месте, где в обычной флексографской машине устанавливается формный цилиндр, на месте растрованного цилиндра устанавливается формный цилиндр глубокой печати с позитивной выправленной формой, а на месте дукторного валика устанавливается ракельное устройство, отрегулированное для определенной подачи краски (рис. 1.16). Все другие элементы и устройства печатной секции остаются теми же, что и при флексографской печати.

С точки зрения техники этот способ печати не встречает значительных трудностей, хотя и возникают проблемы с красками и резиновыми обтяжками. Следует помнить, что краска при передаче от формного цилиндра не должна засыхать

на промежуточном цилиндре, но после передачи на запечатываемый материал должна закрепляться в очень короткий промежуток времени, до наложения следующей краски. Это ограничивает производительность машины данного типа. Скорость печати на них, в зависимости от типа промежуточного сушильного устройства, составляет от 100 до 150 м/мин.

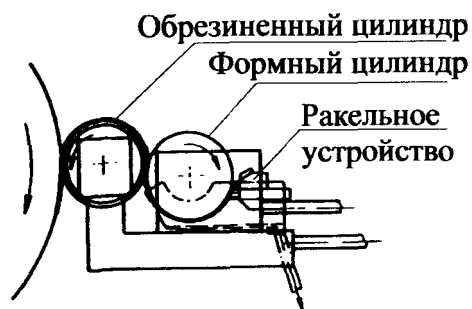


Рис. 1.16. Устройство непрямой глубокой печати.

Этот способ в последние годы теряет свое значение, так как появилась возможность печатать на растягивающихся материалах при соблюдении хорошего качества привода на обычных машинах глубокой печати, а качество флексографской растровой печати за эти годы значительно улучшилось благодаря продолжавшемуся совершенствованию печатных машин и использованию фотополимерных формных пластин. Так что применение таких машин непрямой глубокой печати ограничивается теми случаями, когда требуется печатать на материалах с шероховатой поверхностью; кроме того, этот способ применяется на предприятиях, где имеется много флексографских машин и нет ни одной машины глубокой печати.

1.2. Важнейшие элементы печатных секций

Выше часто упоминались различные элементы печатной секции, в том числе красочного аппарата. В данном разделе они рассматриваются несколько подробнее, указываются их особенности и приводятся специальные требования к некоторым деталям и устройствам. Без выполнения всех условий, без соблюдения определенных допусков нельзя изготовить флексографскую печатную машину,

на которой можно было бы печатать продукцию безупречно высокого качества.

Печатный цилиндр

Вначале рассмотрим построение печатного цилиндра в секционных машинах. В настоящее время он обычно изготавливается из трубы с приваренными цапфами (рис. 1.17). Цилиндр должен быть рассчитан на определенную нагрузку, чтобы не происходило деформаций, при которых невозможна равномерная печать по всей ширине материала.

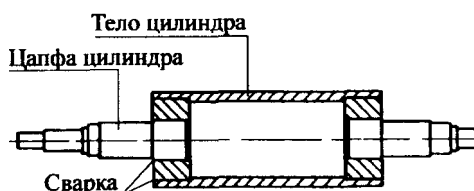


Рис. 1.17. Печатный цилиндр секционной машины.

В современных машинах биения печатного цилиндра составляют около 0,01 мм, а сам он устанавливается на подшипниках качения. Поверхность цилиндра обрабатывается тонким шлифованием и только в редких случаях хромируется и подвергается дополнительной обработке. В быстроходных машинах печатный цилиндр может охлаждаться изнутри водой, чтобы поддерживать температуру запечатываемого материала и краски на постоянном невысоком уровне.

Если краска просачивается сквозь запечатываемый материал, приходится очищать поверхность цилиндра, чтобы краска не налипала. Если этого оказывается недостаточно, сейчас изредка применяют обрезиненный печатный цилиндр.

Общий печатный цилиндр в планетарных машинах делается из стали или специального чугуна. В наиболее совершенных моделях машин биение его цилиндрической поверхности принимается около 0,005 мм. Опоры у цилиндров наименьших размеров, до 1500 мм диаметром, делаются на высокоточных шариковых подшипниках, у больших, тяжелых цилиндров — на роликовых подшипниках. В большинстве случаев применяется централизованная

смазка (масляным насосом) с двойным контролем, чтобы в подшипниках был постоянный слой масла и чтобы не было биений, превышающих допустимые. Применяют цилиндры с одинарной (рис. 1.18) или двойной стенкой. В обоих случаях поддерживается постоянная температура на поверхности цилиндра (путем подачи в цилиндр воды с необходимой ее температурой), так как иначе — особенно под действием подаваемого для сушки оттисков воздуха — могут возникнуть деформации поверхности, что приведет к неравномерности печати.

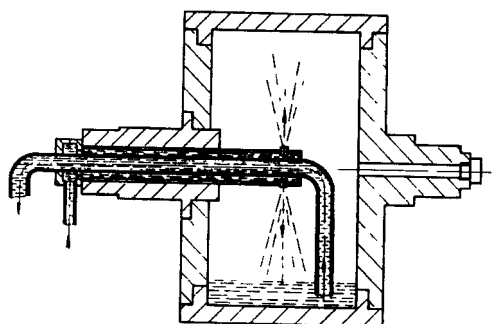


Рис. 1.18. Печатный цилиндр с одинарной стенкой (с подачей и стоком воды).

Имеются специальные приборы, автоматически поддерживающие температуру на уровне около 32°C с допуском $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. В цилиндрах с одинарной стенкой применяется система постоянного автоматического разбрызгивания воды внутри цилиндра и ее последующего отсоса. В цилиндре с двойными стенками (рис. 1.19) насос подает воду, имеющую постоянную температуру. В машинах малой ширины и при малых диаметрах цилиндра при незначительном воздействии тепла можно обойтись без термостатирования.

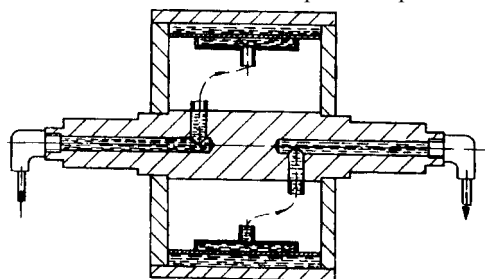


Рис. 1.19. Печатный цилиндр с двойной стенкой (с подачей и стоком воды).

При больших диаметрах цилиндров и в быстроходных машинах из соображений техники безопасности цилиндры должны снабжаться тормозами, которые способны быстро прекратить вращение цилиндра при остановке машины. Печатный цилиндр представляет собой весьма чувствительное, хрупкое и дорогое изделие и требует при эксплуатации машины тщательного ухода и осторожного обращения. При малых повреждениях возможно их исправление и дополнительная обработка в машине, в более серьезных случаях поврежденный цилиндр следует вернуть на завод и прошлифовать.

Формный цилиндр

В настоящее время часто — особенно в быстроходных машинах — и машинах большой ширины — применяют формные цилиндры, изготовленные из стальной трубы с приваренными цапфами (рис. 1.20). В отдельных случаях, при большой длине изображения, применяют алюминиевые формные цилиндры. В типографиях, выпускающих упаковочную продукцию, и на обойных фабриках обычно применяют насадные формные цилиндры, которые закрепляются на валах с помощью конусных втулок (рис. 1.21). Новинкой является применение тонких гильз из никеля или синтетического материала, которые с помощью сжатого воздуха раздуваются и надеваются или натягиваются на базовый цилиндр, который может быть строго цилиндрическим или иметь небольшую конусность (рис. 1.22). Толщина стенки цилиндра должна быть точно рассчитана во избежание ее нежелательных деформаций.

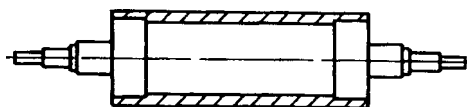


Рис. 1.20. Формный цилиндр с приваренными цапфами.



Рис. 1.21. Разборный формный цилиндр с валом и конусами.

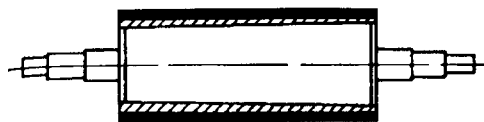


рис. 1.22. Конусный базовый цилиндр с формой в виде гильзы.

Формные цилиндры с приваренными цапфами обычно имеют высокую радиальную точность, биение его поверхности не должно превышать 0,01 мм. У насадных цилиндров и цилиндров с гильзами допуски гораздо больше, так как конусы с такой точностью изготовить и собрать очень трудно. Почти все цилиндры, применяемые для быстроходных машин, проходят статическую и динамическую балансировку, чтобы не допустить вибраций и нарушений печатного процесса при высокой скорости работы машины. В качестве опор для формных цилиндров применяют или высокоточные подшипники скольжения, или двухрядные игольчатые подшипники. Следует устанавливать систему непрерывной смазки. На некоторых машинах устанавливают централизованную смазку.

Все формные цилиндры снабжаются продольными и поперечными рисками, чтобы упростить размещение форм при их наклейке. В специальных случаях, когда требуется печатать непрерывный узор, применяют сплошные обрезиненные или обтянутые синтетическим материалом цилиндры, на поверхности которых имеется соответствующий узорный рельеф.

Все формные цилиндры должны устанавливаться таким образом, чтобы их можно было быстро и легко заменить и простои машины при смене тиража были минимальными. Поэтому очень важно иметь простые в обслуживании подшипниковые замки. В основном современные флексографские печатные машины оснащаются подъемниками, чтобы облегчить обслуживающему персоналу смену формных цилиндров.

Для современных скоростных машин в последнее время стали предлагать роботизированные системы для смены формных и растрированных цилиндров. Применение такой системы позволяет оператору

программировать смену цилиндров, тогда на один цилиндр тратится менее одной минуты. Экономическая эффективность использования машины при этом существенно возрастает.

Диаметр формного цилиндра определяют исходя из требуемого формата, т.е. длины оттиска, с учетом толщины формы и клейкой ленты. Значения этих толщин могут быть весьма различными, поэтому изготовителям формных цилиндров очень важно знать все эти размеры. При покупке машины следует точно задать «цену деления», чтобы знать, с каким шагом можно менять длину оттиска и как рассчитывать зубчатые колеса для привода формного цилиндра и всей машины. В Европе цена деления обычно принимается равной 10 мм или 5 мм, а в Англии и за океаном часто предпочитают дюймовые деления 1/4 Ср и 10 Др. Зависимости между диаметрами формных цилиндров, числом зубьев приводного колеса и длиной оттиска [при различной цене деления] приведены в табл. 1.1.*

Растрированный цилиндр

Это очень важный элемент флексографской печатной машины. Цилиндр (рис. 1.23) должен быть очень жестким на изгиб, иметь наибольший возможный диаметр и высокую радиальную точность порядка 0,01 мм. Опоры по большей части делаются на подшипниках качения.

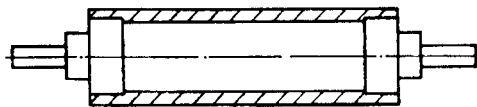


Рис. 1.23. Растрированный цилиндр.

* При ремонте следует иметь в виду, что модуль зубчатых колес цилиндров печатно-красочного аппарата не стандартен и чаще всего равен $m=3,18$ мм, а угол зацепления равен $\sim 15^\circ$. Стандартный угол зацепления равен 20° . При меньшем угле при регулировке межцентрового расстояния (при регулировании давления между цилиндрами) возникает меньший боковой зазор между зацепляющимися зубьями. Это важно для качества печати (прим. ред.).

Таблица 1.1

Число зубьев - диаметр формного цилиндра - длина оттиска

Цена деления 10 мм			Цена деления 5мм		
Число зубьев Z	Диаметр формного цилиндра - 0* d ₀ *, мм	Длина оттиска d ₀ *π, мм	Число зубьев в Z	Диаметр формного цилиндра - 0* d ₀ *, мм	Длина оттиска d ₀ *π, мм
25	79,578	250	50	79,575	250
26	82,761	260	51	81,167	255
27	85,944	270	52	82,758	260
28	89,127	280	53	84,350	265
29	92,310	290	54	85,941	270
30	95,493	300	55	87,533	275
31	98,676	310	56	89,124	280
32	101,859	320	57	90,716	285
33	105,042	330	58	92,307	290
34	108,225	340	59	93,899	295
35	111,409	350	60	95,490	300
36	114,592	360	61	97,082	305
37	117,775	370	62	98,673	310
38	120,958	380	63	100,265	315
39	124,141	390	64	101,856	320
40	127,324	400	65	103,448	325
41	130,507	410	66	105,039	330
42	133,690	420	67	106,631	335
43	136,873	430	68	108,222	340
44	140,056	440	69	109,814	345
45	143,240	450	70	111,405	350
46	146,423	460	71	112,997	355
47	149,606	470	72	114,588	360
48	152,789	480	73	116,180	365
49	155,972	490	74	117,771	370
50	159,155	500	75	119,363	375
51	162,338	510	76	120,954	380
52	165,521	520	77	122,546	385
			78	124,137	390
			79	125,729	395
			80	127,320	400
			81	128,912	405
			82	130,503	410
			83	132,095	415
			84	133,686	420
			85	135,278	425
			86	136,869	430
			87	138,461	435
			88	140,052	440
			89	141,644	445
			90	143,235	450
			91	144,827	455
			92	146,418	460
			93	148,010	465
			94	149,601	470
			95	151,193	475
			96	152,784	480
			97	154,376	485
			98	155,967	490
			99	157,559	495
			100	159,150	500
			101	160,742	505
			102	162,333	510
			103	163,925	515
			104	165,516	520
			105	167,108	525

* Диаметр формного цилиндра 0 минус удвоенная толщина клише [формы]

Таблица 1.1

Число зубьев - диаметр формного цилиндра - длина оттиска

Цена деления 10 мм			Цена деления 5 мм		
Число зубьев Z	Диаметр формного цилиндра - 0* d ₀ *, мм	Длина оттиска d ₀ *π, мм	Число зубьев Z	Диаметр формного цилиндра - 0* d ₀ *, мм	Длина оттиска d ₀ *π, мм
53	168,704	530	106	168,699	530
			107	170,291	535
54	171,887	540	108	171,882	540
			109	173,474	545
55	175,071	550	110	175,065	550
			111	176,657	555
56	178,254	560	112	178,248	560
			113	179,840	565
57	181,437	570	114	181,431	570
			115	183,023	575
58	184,620	580	116	184,615	580
			117	186,202	585
59	187,803	590	118	187,797	590
			119	189,389	595
60	190,986	600	120	190,980	600
			121	192,572	605
61	194,169	610	122	194,163	610
			123	195,755	615
62	197,352	620	124	197,346	620
			125	198,938	625
63	200,535	630	126	200,529	630
			127	202,121	635
64	203,718	640	128	203,712	640
			129	205,304	645
65	206,902	650	130	206,895	650
			131	208,487	655
66	210,085	660	132	210,078	660
			133	211,670	665
67	213,268	670	134	213,261	670
			135	214,853	675
68	216,445	680	136	216,444	680
			137	218,036	685
69	219,634	690	138	219,627	690
			139	221,219	695
70	222,817	700	140	222,810	700
			141	224,402	705
71	226,000	710	142	225,993	710
			143	227,585	715
72	229,183	720	144	229,176	720
			145	230,768	725
73	232,366	730	146	232,359	730
			147	233,951	735
74	235,549	740	148	235,542	740
			149	237,134	745
75	238,733	750	150	238,725	750
			151	240,317	755
76	241,916	760	152	241,908	760
			153	243,500	765
77	245,099	770	154	245,091	770
			155	246,683	775
78	248,282	780	156	248,274	780
			157	249,866	785
79	251,465	790	158	251,457	790
			159	253,049	795
80	254,648	800	160	254,640	800

Диаметр формного цилиндра 0 минус удвоенная, толщина клише [формы]

Для нанесения растровой сетки на поверхность растрированного цилиндра существуют различные способы:

1. Накатка, при которой на поверхности цилиндра одновременно развальцовывается множество ячеек.

2. Электронное гравирование алмазным резцом, при котором каждая ячейка обрабатывается отдельно. При этом процессе инструмент вдавливается в материал, происходит его уплотнение и образование углубленных ячеек.

3. Травление (фотохимический способ, применяемый для изготовления формных цилиндров глубокой печати).

4. Электронное гравирование на гелиоэклипсографе, при котором штихель выбирает объем ячеек.

5. Лазерное гравирование керамического слоя (например, оксида хрома), при котором материал из ячеек испаряется.

Растровые ячейки чаще всего делаются в виде пирамид с острой вершиной (рис. 1.24) или в виде усеченных пирамид. Ячейки обычно образуются непосредственно на поверхности стальной трубы или, при тонких [высоколинейатурных] растрах, в слое меди, покрывающем стальную поверхность. После растрирования обычно рабочая поверхность стального цилиндра хромируется; керамическое покрытие наносится до лазерного гравирования. В настоящее время часто применяются цилиндры с диагональным крестообразным растром с ли-ниатурой 140 лин/см; растровые линии направлены под углом 45° к оси цилиндра. При печатании плашек часто используют растр 60 лин/см, при лакировании — растр 40 лин/см. Для высококачественной полутоновой печати применяют растр с ли-нитурой 170 лин/см и выше. Очень важно, чтобы при покупке новой машины представители печатников четко договорились с машиностроителями и изготовителями печатных форм о требованиях к растру, иначе невозможно будет получить нужную толщину слоя краски, так как растрированный цилиндр может передавать ее в зависимости от параметров ячейки больше или меньше, чем нужно.

Для повышения тиражестойкости растрированных цилиндров уже много лет

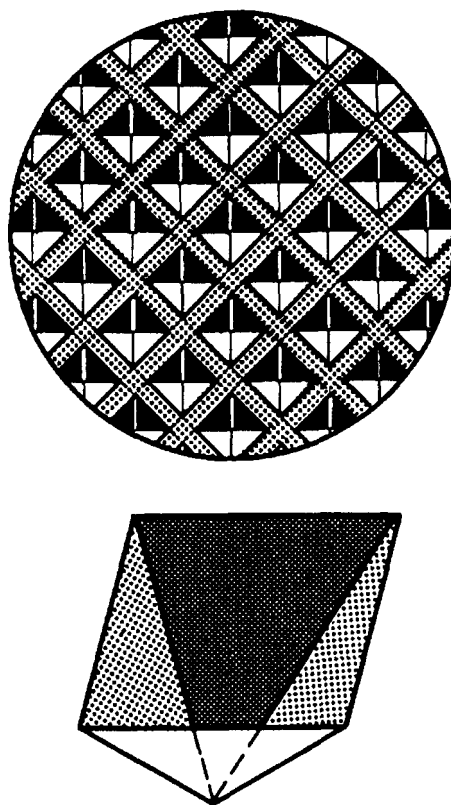


Рис. 1.24. Изображение квадратной растровой ячейки в виде пирамиды.

ведется работа по определению наилучшего, наиболее твердого типа их поверхности.

Часто эта задача решается путем специального хромирования, или двойного хромирования, которое значительно увеличивает износостойкость поверхности.

Другой путь — нанесение керамического покрытия. Первые опыты не давали положительных результатов. Мелкий (в большей или меньшей степени) керамический порошок наносился на поверхность цилиндра путем напыления и последующего спекания. Поверхность получалась весьма твердой и одновременно пористой. Она была шероховатой, и краска передавалась ею неравномерно.

Из-за этих недостатков были предприняты поиски новых решений. Вскоре были испытаны цилиндры, полученные механическим гравированием с последующим нанесением керамического слоя

толщиной 0,05 мм. Но от них также скоро отказались, так как они были не способны переносить слой краски заданной толщины, потому что ячейки не получались одинаковыми. Подача краски на форму оказывалась неравномерной и точно невозпроизводимой после смены растрированного цилиндра. Качество печати, особенно полутоновой, не удовлетворяло требованиям рынка ввиду непостоянства краскопередачи.

В дальнейшем и изготовители, и пользователи продолжали работать над этой проблемой, и сравнительно недавно на рынке появился новый тип растрированных цилиндров — керамические, гравированные лазером.

У этих цилиндров на стальной корпус нанесен керамический слой (например, окись хрома), а затем с помощью лазерного луча выправлены ячейки. При этом способе изготовления исключаются многие из вышеперечисленных недостатков, равномерная подача краски становится возможной, как и при использовании уже испытанных хромированных растрированных цилиндров. Но равномерность и воспроизводимость подачи определенного объема краски отдельными ячейками пока не достигнута. Долговечность сравнительно дорогого керамического цилиндра с лазерным гравированием при работе с негативным (встречным) ракелем составляет до 3 лет и зависит от ракельного устройства, степени пигментированности краски и характера поверхности запечатываемого материала. Дальнейшие технические усовершенствования и снижение стоимости изготовления, безусловно, приведут к повсеместному использованию керамических растрированных цилиндров с лазерным гравированием. Уже сейчас такой цилиндр в совокупности с камерным ракельным устройством (рис. 1.25) является наиболее современным краскопитающим устройством.

Дукторный валик

Дукторный валик (в оригинале — погружной; прим. перев.), называемый также краскопитающим, переносит краску из красочного корыта на растрированный з»

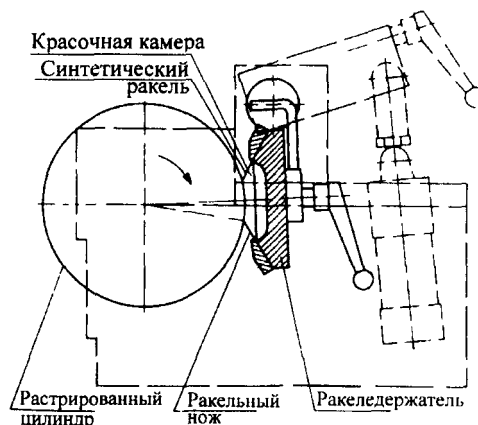


Рис. 1.25. Негативный камерный ракель.



Рис. 1.26. Обрезиненный дукторный валик.

цилиндр. Это стальной обрезиненный валик (рис. 1.26) с очень гладкой отшлифованной поверхностью и величиной радиального биения не более 0,02 мм. Слой резины имеет толщину примерно от 12 до 15 мм, твердость резины — порядка 60-80 по Шору. Наблюдая за дукторным валиком в машинах большой ширины, можно заметить, что между дукторным валиком и растрированным цилиндром в краске возникает чрезмерно большое гидравлическое давление, из-за чего дукторный валик прогибается в середине. Тогда в этой зоне передается слой краски увеличенной толщины. Чтобы этого избежать, в некоторых случаях при шлифовке придают дукторному валику слегка бочкообразную форму. Дукторный валик прижимается к растрированному цилиндру благодаря установке в эксцентричных втулках или на эксцентричном шпинделе. В быстроходных машинах и машинах большой ширины для управления прижимом применяются гидравлические цилиндры. При

небольшом износе и малых повреждениях дукторные валики можно перешлифовывать, а при сравнительно больших повреждениях резинового слоя — заново вулканизировать.

При заказе дукторных валиков следует сообщить изготовителю, какие растворители будут применяться в флексографских красках, так как в противном случае будет поставлена резина обычного качества, которая может разбухнуть или начать разрушаться. Так как сейчас все чаще применяются ракельные красочные аппараты, то можно предположить, что в будущем применение дукторных валиков еще более сократится.

Ракельное устройство

Мы различаем — как уже упоминалось при описании секции непрямой глубокой печати (рис. 1.16) — попутные, или позитивные, и встречные [обратные; прим. перев.], или негативные, ракельные устройства (рис. 1.27). В устройствах обоих типов очень важно, чтобы их конструкция позволяла быстро менять ракельные ножи. Ракельный нож изготавливается из специальной стали и имеет толщину от 0,1 до 0,25 мм. В настоящее время очень часто применяются так называемые самозатачивающиеся ракели. С ракельным ножом нужно обращаться бережно, так как при его повреждении может разрушиться структура поверхности растрованного цилиндра.

Чтобы ракель безупречно чисто стирал краску с поверхности растрованного цилиндра, требуется, чтобы при изготовлении ракельного устройства были точно выдержаны длина напряженного участка ракельного ножа и опорного ракеля и угол наклона ракеля. Попутный ракель при малом угле наклона ножа пропускает больше краски, при большом угле — меньше. Угол наклона встречного ракеля регулируется в небольших пределах, и это не оказывает влияния на подачу краски.*

Прижим ракеля по большей части производится пневматическим устройством и должен очень тонко регулироваться. В некоторых современных машинах

ракель устанавливается на устройстве для подвода краски. Ракельный нож, служащий для стирания избытка краски, и опорный ракель из синтетического материала вместе с опорными приспособлениями образуют щелевую красочную камеру (рис. 1.25). В таком устройстве краска должна циркулировать, для чего и применяется красочный насос, без которого можно обойтись при печатании мелких тиражей, используя дукторный красочный аппарат. Следует еще раз напомнить, что, чем тщательнее налаживается и обслуживается ракельное устройство, тем дольше служит растрованный цилиндр.

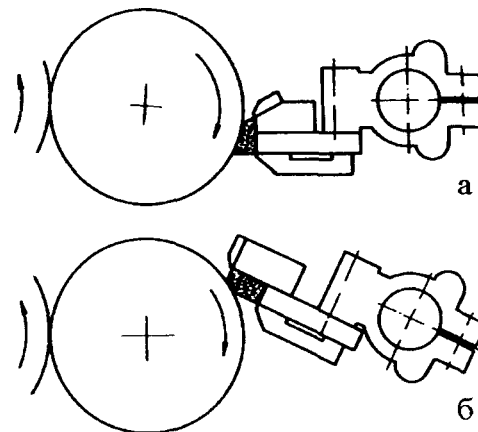


Рис. 1.27. Камерный ракельный красочный аппарат с позитивным (а) и негативным (б) ракелями.

Системы наладки и регулировки формного цилиндра и красочного аппарата

Для перемещения и прижима дукторного валика к растрованному цилиндру или растрованного цилиндра с ракельным устройством к формному цилиндру, а также формного цилиндра к печатному цилиндру современный рынок

* Дело заключается не только в диапазонах регулировки угла наклона ракеля. Гидродинамическое давление прогибает попутный ракель при различных скоростях печати на разную величину. Из-за этого с увеличением скорости печати оптическая плотность оттисков возрастает, несмотря на то, что при этом время печатного контакта уменьшается. Попутный ракель очень чувствителен к изменению гидродинамического давления. Встречный ракель к изменению гидродинамического давления менее чувствителен (прим. ред.).

предлагает разнообразные системы. Существенно важно, что все эти системы работают точно и допускают выполнение как грубой наладки, так и тонкой регулировки. Можно выделить следующие четыре вида устройств (рис. 1.28):

1. Простое устройство, содержащее четыре винта, каждый из которых вращают вручную.

2. Механизм так называемого «ускоренного действия», в котором четыре винта связаны попарно, через два редуктора, с одним общим валом. Этот вал можно приводить во вращение вручную или от пневмосерводвигателя. Дополнительно для тонкой регулировки предусматривается четыре ручных винтовых механизма.

3. Механизм «ускоренного действия» с электродвигателем. Кроме того, может быть установлен задатчик требуемого формата, тогда после определения нужной длины оттиска можно нажатием кнопки переместить формный цилиндр и красочный аппарат в рабочее положение. Тонкая регулировка производится вручную.

4. Аппараты с программным управлением, находящие все больший спрос на современном рынке, оснащенные высокоточными шариковыми винтами вместо простых и имеющие по четыре приводных двигателя. После введения данных о длине оттиска и включения двигателей путем нажатия на кнопку все элементы устройства устанавливаются в рабочие положения с точностью до 0,001 мм. Тончайшая регулировка может производиться с помощью переключателей. Благодаря этим современным устройствам время наладки снижается на 50%. Производительность машины может возрасти на 50% или даже 80-90%. Обслуживание машины упрощается и облегчается. В настоящее время многие машины уже оснащены подобными устройствами, и очень важно, чтобы новые покупатели могли правильно рассчитать получаемую экономическую эффективность.

Наряду с описанными выше устройствами в настоящее время разрабатываются и изготавливаются системы предварительной привошки в комбинации с системами программного управления формными цилиндрами и красочными аппаратами. Они сокращают время простоев машины при смене

тиража и уменьшают потери (в зависимости от исполнения устройства) до минимума или даже до нуля.

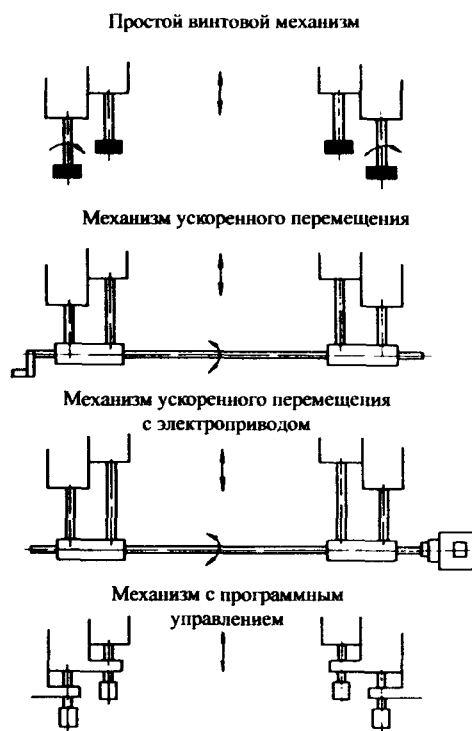


Рис. 1.28. Четыре типа устройств наладки формного цилиндра и красочного аппарата.

В случае применения привода с электроуправлением (или с вспомогательными устройствами, имеющими программное управление) вместе с позиционированием формного цилиндра и красочного аппарата выполняется сцепление приводного колеса формного цилиндра с приводом машины до начала подачи материала. При этом работа с идеальной продольной привошкой начинается с момента включения машины.

Такое рациональное усовершенствование устройств флексографской печатной машины приводит к повышению ее экономической эффективности при печатании на дорогостоящих материалах.

Циркуляция краски и контроль ее вязкости

В настоящее время во флексографских печатных машинах для подачи краски принято использовать красочные насосы (кроме тех случаев, когда используются

пигментированные краски). Краска из резервуара или бака подается насосом в красочное корыто и из него же имеет возможность самотеком опять возвращаться в резервуар. В краску погружен дукторный валик. Из-за выдавливания краски между дукторным валиком и растрированным цилиндром часть ее с их поверхности возвращается в корыто. Циркуляция краски между баком и корытом с помощью насоса происходит постоянно (рис. 1.29).

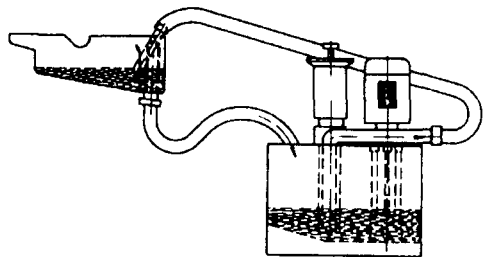


Рис. 1.29. Красочное корыто, красочный резервуар, насос для подачи краски и прибор для контроля ее вязкости

В красочных аппаратах только с одним растрированным цилиндром и ракельным устройством краска подается непосредственно на этот цилиндр; остаток ее стекает с цилиндра в корыто и затем снова возвращается в резервуар. В этом случае уменьшается испарение растворителей, и их пары с неприятным запахом меньше воздействуют на обслуживающий персонал. Красочное корыто и красочный резервуар чаще всего связаны между собой гибкими шлангами с быстроразъемными муфтами. В красочном корыте имеется приспособление для поддержания постоянного уровня краски. Красочный резервуар обычно устанавливается на полу цеха, иногда — на специальных выступах станины. Красочное корыто и резервуар изготавливаются из нержавеющей стали или из жести с черным покрытием, чтобы их можно было легко очищать, что очень важно для быстрой смены тиража. Применяются электрические и пневматические насосы. Красочные резервуары часто оснащаются регуляторами вязкости, чтобы поддерживать вязкость краски постоянной в течение всего времени печатания тиража.

Самое главное, чтобы все приборы этой системы своевременно очищались, так как иначе нельзя гарантировать надежность ее действия.

Рулонные установки

Эти устройства служат для установки рулона запечатываемого материала с возможностью его разматывания. Этот процесс не требует подробных объяснений. Имеется очень много вариантов исполнения этого узла флексографской печатной машины, и мы должны ближе с ними ознакомиться.

От типа лентопитающего устройства весьма сильно зависит надежность работы и стоимость машины. В зависимости от этого можно разделить все виды рулонных установок на три большие группы:

- стационарная рулонная установка с механизированной заменой рулонов,
- поворотная рулонная установка с полуавтоматической сменой рулонов на ходу,
- с автоматической сменой рулонов на ходу машины.

Наиболее старым и наиболее простым видом лентопитающего устройства являются стационарные рулонные установки. Они делаются различных размеров в зависимости от ширины запечатываемого материала и диаметра устанавливаемого рулона. Диаметры валов шпинделей, на которых устанавливаются рулоны, могут широко варьироваться в зависимости от отверстия втулок отдельных рулонов. Обычно вал вставляется в рулон вне машины, и затем гидравлическими рычажными подъемниками, каретками или другими вспомогательными устройствами устанавливается на станину в положение для разматывания. Шпиндель с рулоном обычно устанавливается на разъемных опорах, снабженных быстродействующими замками. Осевое смещение рулона обычно выполняется вручную — таким путем печатник осуществляет приводку материала относительно формы.

* Формные цилиндры в осевом направлении сами регулируются относительно друг друга. Правильнее было бы сказать поэтому относительно станины печатной секции (прим ред.)

Устройства с полу- и полностью автоматической сменой рулонов на ходу имеют в своем составе пары поворотных рычагов или большие поворотные шайбы установленные либо на сплошном валу либо на двух консольных валах. Это двухлучевые или, реже, трехлучевые рулонные установки, имеющие две или соответственно три позиции для установки рулонов. Закрепление шпинделя рулона и осевой сдвиг его осуществляется так же, как и в стационарной установке.

Для поворота рычагов или шайб применяется привод с двигателем. Вручную или автоматически рулоны устанавливаются в позицию, удобную для замены. При полуавтоматическом режиме замены начало ленты на новом рулоне заранее промазывается клеем или на него наклеивается липкая лента, затем вручную или под действием пневматического устройства прижимной валик прижимает движущуюся ленту к новому рулону (рис. 1.30). Конец ленты со старого рулона или проходит до конца, или вручную отрубается с помощью ножа. Весь этот процесс может производиться только при сниженной скорости машины. Практически ее значение может колебаться (в зависимости от вида запечатываемого материала, от его ширины и навыков обслуживающего персонала) от 50 до 100 м/мин.

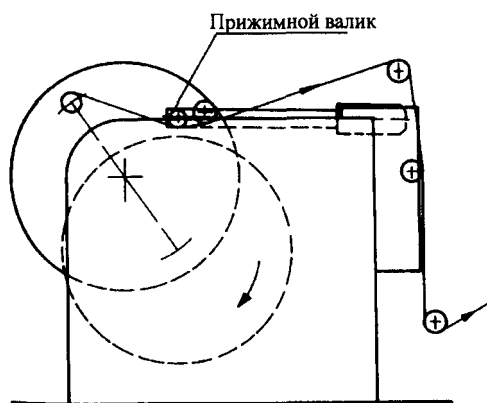


Рис. 1.30. Лентопитающее устройство с полуавтоматической сменой рулона

При полностью автоматическом режиме работы поворот звезд в удобное для смены рулонов положение производится

при нажатии на кнопку управления. Одновременно новый рулон разгоняется до тех пор, пока его окружная скорость не сравняется со скоростью движения запечатываемой ленты. Для этого имеется специальный привод. Незадолго перед окончанием ленты на старом рулоне путем нажатия на кнопку или по команде фотодатчика происходит автоматический прижим движущейся ленты к новому рулону, после чего старая лента обрубается ножом, имеющим пневмопривод.

Для следующей смены рулонов все элементы системы устанавливаются в исходное положение. Для плотной бумаги или картона имеются устройства для склейки лент встык, которая осуществляется с помощью липкой ленты, наклеиваемой на конец ленты старого рулона и на начало ленты нового рулона. Такая смена рулонов может производиться на полной рабочей скорости.

Следует сказать и о варианте с бесшпиндельной установкой рулонов, когда рулон устанавливается и закрепляется на конусах. Конусы могут смещаться относительно станины (в стационарной установке) или относительно поворотных рычагов. Рычаги или звезды с конусами вместе смещаются вдоль оси под действием механического или гидравлического привода. Чаще всего такие установки с консольными конусами применяют в машинах большой ширины, так как шпиндели в этом случае очень тяжелы. Они сложнее в изготовлении и, как правило, дороже.

Во всех типах лентопитающих устройств могут применяться различные системы торможения рулонов. В самых простых машинах применяют механические фрикционные тормоза (с войлочными прокладками), которые по мере разматывания рулона приходится регулировать вручную. На многих стационарных установках и на полуавтоматических поворотных установках применяются фрикционные тормоза с пневматическим или электромагнитным управлением, которые регулируются по сигналам либо «плавающих», либо качающихся валиков или по сигналам датчика, следящего за радиусом рулона. При этом, в зависимости от диаметра рулона и требуемой

силы натяжения ленты, можно установить один или несколько тормозов. В современных машинах (особенно предназначенных для печатания на чувствительных к натяжению материалах) в настоящее время применяют электродвигатели постоянного тока. Они допускают весьма тонкую автоматическую регулировку усилия натяжения ленты, почти не требуют ухода и представляют собой идеальные тормозные устройства.

Рулонные приемные (намоточные) устройства

Здесь также можно выделить стационарные установки и устройства с полуавтоматической и полностью автоматической сменой готовых рулонов. Мы не будем повторять здесь то, что уже было сказано о лентопитающих устройствах, относительно того, что у них является общим. В последние годы обозначилась тенденция применять для привода наматываемого рулона электродвигатели постоянного тока, так как применявшиеся ранее фрикционные механические и электромагнитные муфты или механические приводы с клиноременными вариаторами не удовлетворяют современным требованиям, предъявляемым к качеству продукции. В качестве датчиков применяются «плавающие» или качающиеся валики, нагруженные противовесом или пневмоцилиндром, либо несмещаемые измерительные валики.

Для всех систем важнее всего высокая чувствительность регулировки и способ передачи команды на тормозное или приводное устройство. Важно также предотвратить роспуск рулона по оси («телескопирование»), что особенно опасно при наматывании гладкого, скользкого материала. Особенно внимательно нужно следить за этим при превышении диаметра рулона величины 600 мм.

Заслуживают упоминания также некоторые специальные рулонные приемки. Давно получили широкое распространение и применяются и в настоящее время приемные устройства с опорными валиками (рис. 1.31). Рулон наматывается под действием привода одного или обоих опорных валиков. Такое устройство эффективно

при наматывании бумаги и картона рулоны получаются плотными. Очень похоже устроена рулонная приемка с прикатывающим барабаном (Pope-Rolle), где к рулону по мере его наматывания прижимается (сдвигающийся в горизонтальном направлении с помощью пневмо или гидроустройства) приводной барабан большого диаметра; таким образом можно получать большие плотные рулоны при большой скорости работы машины (рис. 1.32). На современном рынке представлены и так называемые комбинированные намоточные устройства, в которых привод подводится к валу, на котором закреплен рулон, и, кроме того (при намотке тяжелых материалов) — к периферии рулона (чтобы получить плотную намотку). Такие устройства универсальны и применимы во многих случаях. Все большее распространение получают также бесшпиндельные рулонные приемные устройства, особенно в машинах большой ширины (рис. 1.33).

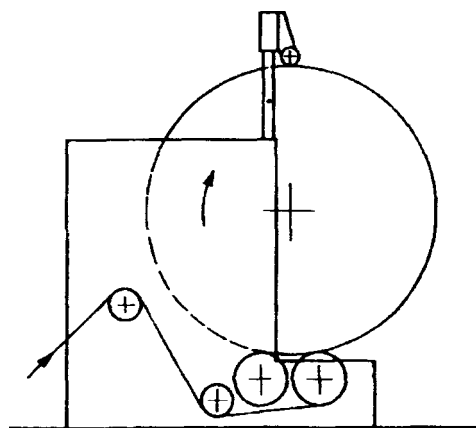


Рис. 1.31. Рулонное приемное устройство с ведущими опорными валиками.

Устройства для контроля и регулирования натяжения ленты

Многие из рассмотренных выше намоточных устройств не могут работать без специально предназначенных для этого систем регулирования. Существуют разные варианты этих систем. В качестве датчиков используются «плавающие» или «качающиеся» валики, нагруженные противовесом или

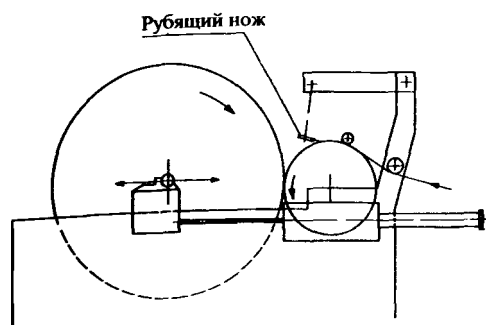


Рис. 1.32. Рулонное приемное устройство с прикатывающим барабаном.

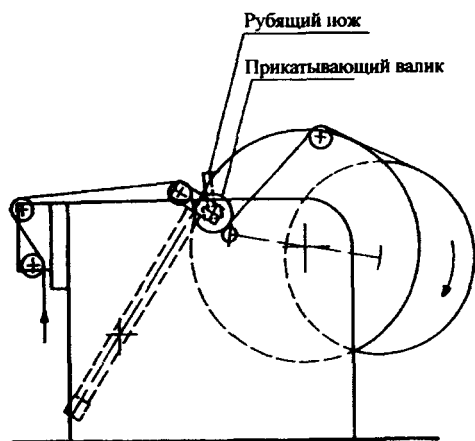


Рис. 1.33. Беспиндельное автоматизированное Рулонное приемное устройство.

пневмоцилиндром, либо специальные измерительные валики. «Качающийся» валик установлен на двух параллельных поворотных рычагах; лента охватывает его на 180°; рычаги нагружаются весом смещаемого противовеса или пневмоцилиндром, в который подается сжатый воздух

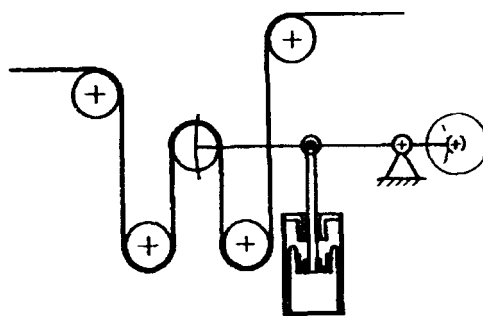


Рис. 1.34. Качающийся валик-датчик, нагруженный пневмоцилиндром.

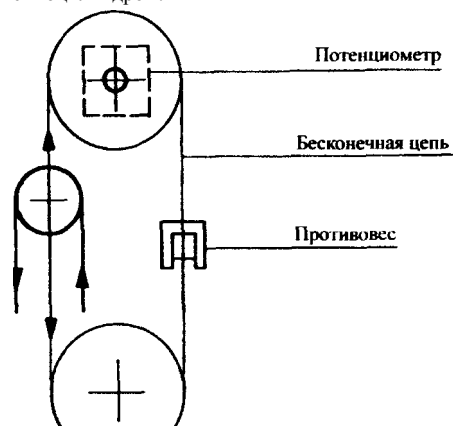


Рис. 1.35. Система с плавающим валиком-датчиком.

под большим или меньшим давлением (рис. 1.34). В системе с плавающим валиком последний прикреплен к бесконечной цепи или бесконечному ремню и нагружен противовесом (рис. 1.35). Отклонение положения валиков от номинального является сигналом для воздействия на исполнительный орган регулятора натяжения ленты.

С недавних пор начали применять «несмещаемые» измерительные валики, с так называемым электрическим* чувствительным элементом (рис. 1.36). Они применяются не только для измерения и контроля натяжений ленты, но и одновременно являются датчиками автоматических регуляторов натяжения ленты в лентопитающих и намоточных устройствах. Для безукоризненного

* Возможно, речь идет о проволочных тензодатчиках или же о пьезодатчиках (прим. ред.)

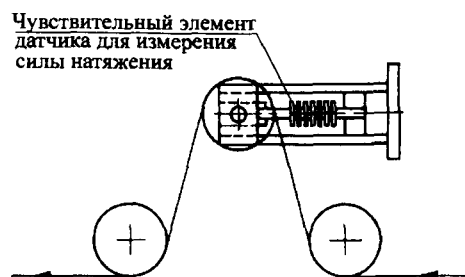


Рис. 1.36. Несмещаемый измерительный валик.

протекания процессов разматывания, наматывания и запечатывания ленты, необходимое ее натяжение рассчитывают в зависимости от ширины и толщины материала на основе многих проведенных исследовательских работ. В табл. 1.2 приведены значения усилий натяжения ленты для некоторых материалов при различной их толщине. Эти значения должны приниматься во внимание при расчете систем торможения и намотки рулонов, и в соответствии с ними следует настраивать устройства для регулирования натяжения ленты в начале печатания каждого нового тиража.

Тянущие устройства (лентоведущие цилиндры)

Тянущие устройства для тонких материалов в флексографских печатных машинах устанавливаются (в зависимости от особенностей построения и длины конкретной машины) после рулонной установки и перед первой печатной секцией, после сушильного устройства и перед рулонным приемным устройством. Схема тянущего устройства, т.е. расположение входящих в него валиков, зависит от конкретного построения и наибольшей скорости работы машины и от вида запечатываемого материала. Тянущее устройство должно вести ленту запечатываемого материала почти без проскальзывания. На рис. 1.37 представлена схема простейшего тянущего устройства, состоящего из приводного стального цилиндра, огибаемого лентой с большим углом обхвата, и прижатых к нему обрезиненных роликов или одного обрезиненного валика. Очень широко распространено S-образное тянущее устройство, в котором лента огибает

Таблица 1.2
Значения рекомендуемого натяжения ленты для некоторых материалов

Виды материалов		Натяжение ленты в Н/дм по ширине
LDPE* (полиэтилен высокого давления)	10-30 мкм	2,0-3,5
	30-60 мкм	3,5-5,0
	60-100 мкм	5,0-8,0
	100-150 мкм	8,0-12,0
	150-200 мкм	12,0-15,0
HDPE* (полиэтилен низкого давления)	10-30 мкм	15,0-22,0
	30-60 мкм	22,0-30,0
PP (полипропилен)	10-30 мкм	2,5-4,5
	30-60 мкм	4,5-8,5
	60-100 мкм	8,5-12,5
Целлофан	30-50 г/м ²	5,0-10,0
	50-100 г/м ²	10,0-20,0
PVC (жесткий) (ПВХ, поливинилхлорид)	25-50 мкм	20,0-30,0
	50-100 мкм	30,0-40,0
Алюминиевая фольга (недублированная)	8-15 мкм	10,0-20,0
	15-40 мкм	20,0-40,0
	40-60 мкм	40,0-60,0
Бумага	25-50 г/м ²	20,0-25,0
	50-100 г/м ²	25,0-30,0
	100-200 г/м ²	30,0-40,0
Картон	200-300 г/м ²	50,0-60,0
	300-400 г/м ²	60,0-80,0
	400-500 г/м ²	80,0-100,0

* Для рукавного материала значение может быть увеличено в 1,2-1,3 раза.

Значения натяжения для не указанных здесь материалов и составных (комбинированных) материалов должны выбираться как промежуточные, в зависимости от их толщины и жесткости.

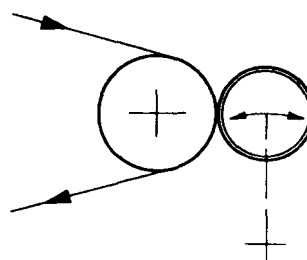


Рис. 1.37. Простейшее тянущее устройство.

два или три приводных стальных цилиндра (рис. 1.38). Дополнительно к одному из цилиндров лента может прижиматься несколькими обрезиненными роликами или одним обрезиненным валиком с помощью механического или пневматического устройства. Имеется еще одно специальное тянущее устройство (проскальзывание в котором весьма мало), состоящее из двух

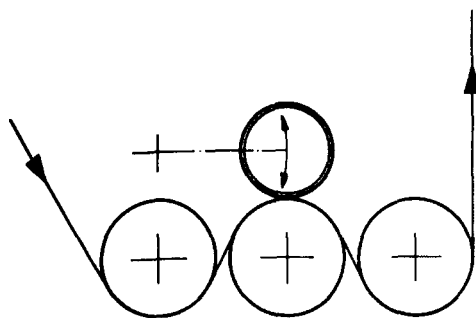


Рис 1.38. Трехцилиндровое тянущее устройство.

стальных цилиндров и прижатого к ним **обойм** одновременно, с большим или меньшим усилием, обрезиненного валика, огибаемого лентой с большим углом обхвата (рис. 1.39). Тянущее устройство может приводиться от машины жестко или (если нужна его регулировка по скорости) через клиноремный вариатор, или через фрикционную пару. Современные флексографские печатные машины оснащаются, как правило, тянущими устройствами с приводом от электродвигателей постоянного тока. Для задания натяжения ленты можно использовать данные табл. 1.2. Все тянущие устройства, установленные в флексографской печатной машине, должны работать **таким** образом, чтобы натяжение ленты было стабильным, начиная от рулонной установки и до рулонного приемного устройства. **Только** тогда возможна безупречная проводка и обработка материала.

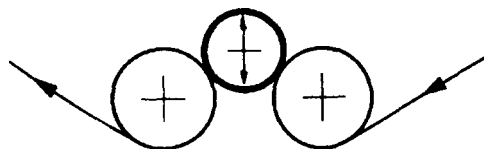


Рис. 1.39. Специальное тянущее устройство.

Сушильные и охлаждающие устройства

Для сушки красок, содержащих воду или другие растворители, во многих машинах применяется нагретый воздух. После каждой зоны печатного контакта ставится так называемое промежуточное сушильное устройство. Воздух подается на запечатанную ленту из отверстий подводящей трубы-раздувателя, или дюз, под действием вентилятора (рис. 1.40). Одновременно

этот воздух может нагреваться либо под действием парового, водяного, масляного или электрического теплообменника, либо открытым газовым пламенем.*

Насыщенный парами воды или растворителей отработанный воздух отсасывается с помощью вытяжной вентиляции и либо выбрасывается наружу (если применялись водные краски), либо направляется в очистительное устройство (если применялись краски на других растворителях). После печатной секции (по ходу ленты) устанавливается общая сушильная камера (рис. 1.41) со смесительными камерами и устройством рециркуляции (рис. 1.42). Для экономии энергии отработанный нагретый воздух в теплообменнике отдает тепло подаваемому свежему холодному воздуху. Во флексографских печатных машинах другие сушильные устройства применяются редко.

В последнее время и для изготовителей, и для пользователей флексографских печатных машин на передний план выдвигаются экономия энергии (электричества, газа, горячего масла) и мероприятия по очистке окружающей среды от паров растворителей. Во всех типографиях вызывают интерес только экономически эффективно и экологически чисто работающие флексографские печатные машины;

им принадлежит будущее.

Поэтому на рынке пользуются наибольшим спросом устройства, позволяющие уменьшать потребность в свежем воздухе для процесса сушки. Это означает уменьшение расхода энергии на нагрев воздуха и одновременно уменьшение его выброса и нагрузки на очистные устройства.

Очистные установки с дожиганием или рекуперацией паров растворителей должны быть как можно меньше по размерам и по стоимости.

В будущем органы надзора все строже будут контролировать работу типографии и следить за выполнением законов и предписаний об охране окружающей среды.

* Нагрев воздуха с использованием открытого газового пламени должен происходить вне цеха флексографской или глубокой печати. Это связано со взрывоопасностью печатных красок и их паров (прим. ред.).

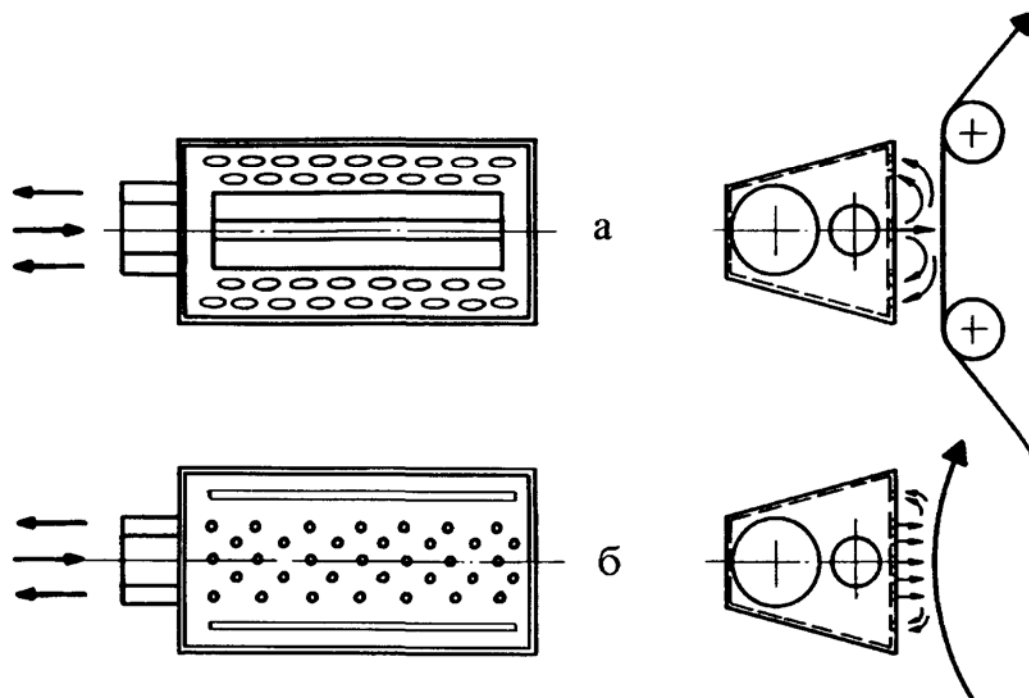


Рис. 1.40. Раздуватель с шлицевыми дюзами (а) и круглыми отверстиями (б).

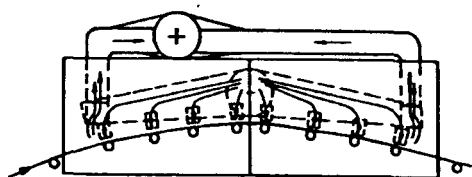


Рис. 1.41. Туннельное сушильное устройство.

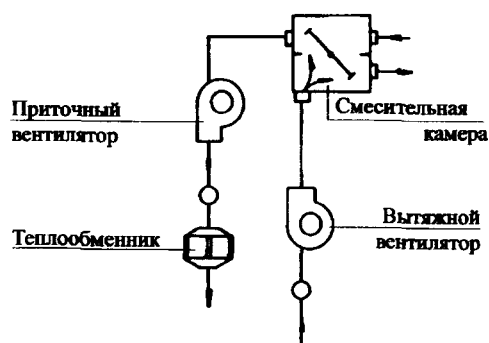


Рис. 1.42. Система рециркуляции воздуха со смесительной камерой.

Если пользователь флексографских печатных машин не будет соблюдать эти требования, то ему придется отказаться от ввода в эксплуатацию новых машин или очутиться перед угрозой закрытия типографии.

Водные или водорастворимые краски имеют вполне определенную область применения: печатание бумажных пакетов и мешков, обоев, печать на гофрокартоне, а в последние года — и печатание газет. Проводимые изготовителями красок исследования по их использованию для печати на пленках и фольге пока не завершены. В этой области имеются в настоящее время лишь частные результаты.

После прохода через сушильный туннель, или зону сушки, запечатанная лента, в зависимости от ее толщины и наибольшей скорости перемещения, огибает один или два охлаждающих цилиндра с одинарными (рис. 1.43) или двойными (рис. 1.44) стенками. Охлаждение запечатанной ленты и красок предотвращает ее отмарывание, переход краски с ленты на валик. В некоторых случаях с целью дополнительного воздушного охлаждения устанавливаются раздувы с дюзами.

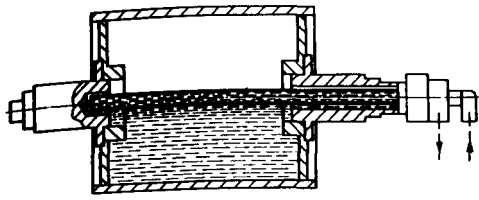


рис. 1.43. Охлаждающий цилиндр с одинарной стенкой.

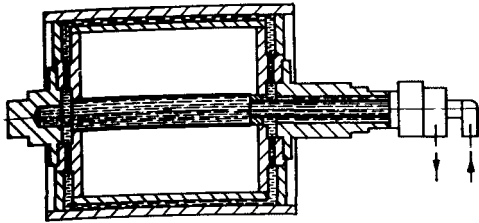


Рис. 1.44. Охлаждающий цилиндр с двойной стенкой.

различные дополнительные (вспомогательные) устройства

В этом разделе можно было бы рассматривать различные дополнительные устройства флексографских печатных машин: устройства предварительного кондиционирования, щеточные очистные устройства, устройства для контроля за боковыми кромками ленты, коронаторы для нейтрализации электрических зарядов, устройства для перфорации, тиснения и оборачивания запечатываемой ленты, напыляющие устройства, приборы для наблюдения за оттисками и устройства для продольной резки ленты. Мы рассмотрим только два из этих устройств.

Вначале рассмотрим устройство для переворота запечатываемой ленты (рис. 1.45). Здесь даются два варианта его применения в планетарных машинах. В первом случае (случае переворота ленты с параллельным ее смещением) устройство устанавливается перед печатной секцией и служит для того, чтобы ленту, или рукав, запечатать с обеих сторон шестью красками. Наибольшая ширина ленты при этом составит только половину возможной рабочей ширины. После запечатывания на одной половине цилиндра шести красок лента переворачивается, смещается параллельно самой себе и снова подается в ту же Печатную секцию на другую половину

печатного цилиндра и запечатывается шестью красками с оборотной стороны. Во втором случае может применяться горизонтально или вертикально поставленное вне печатной секции переворачивающее устройство, при котором запечатывают ленту полной ширины с одной стороны только тремя красками, после чего ленту сушат, переворачивают и при помощи устройства поперечной приводки ленты, контролируемой по ее кромке, направляют ленту снова на общий печатный цилиндр в печатную зону 4-го аппарата для запечатывания другой стороны. Тогда на каждой стороне ленты полной ширины получают 3-красочный оттиск. В машине секционного построения можно установить переворачивающие устройства между печатными секциями так, чтобы можно было запечатать обе стороны ленты количеством красок, наносимых на каждую сторону ленты в любой их комбинации с лицевой и оборотной сторон.

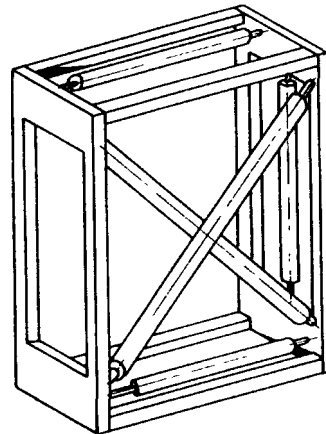


Рис. 1.45. Лентопереворачивающее устройство.

Продольная резка и обрезка кромок в настоящее время все чаще выполняется непосредственно во флексографской печатной машине перед наматыванием ленты в рулон. Тогда не требуется еще одна, перемоточная машина, что дает экономию. Это возможно не для всякого материала и не перед любым намоточным устройством. Всегда требуется точно установить, какой материал будет резаться, на сколько полос, какой диаметр рулонов нужно получить и будет или нет производиться

имеет также требуемая точность готовых рулонов. В зависимости от материала применяют одну из трех систем продольной резки. Для бумаги и жесткого материала применяют или ножничную резку (дисковым ножом) (рис. 1.46) или резку давлением (рис. 1.47), а для ползучих материалов почти всегда применяется резка бритвенными лезвиями (рис. 1.48). Обрезаемые кромки удаляются под действием сжатого воздуха и измельчаются.

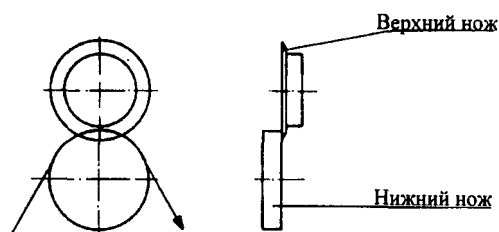


Рис. 1.46. Устройство для ножничной продольной резки ленты дисковым ножом.

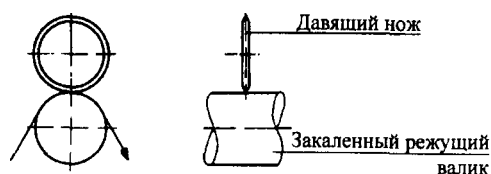


Рис. 1.47. Устройство для продольной резки ленты давлением.

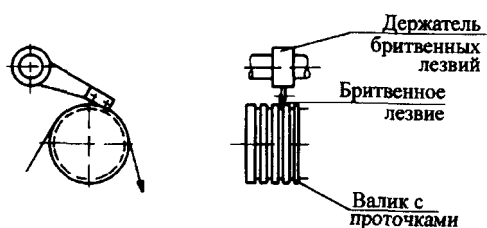


Рис. 1.48. Устройство для продольной резки ленты бритвенными лезвиями.

секционные агрегаты

Очень многие упаковочные материалы должны не только запечатываться флексографским способом, но (с целью облагораживания оттиска или придания специальных свойств конечному изделию) за один прогон подвергаться перфорации, тиснению, лакированию, нанесению покрытия или кашированию.

Уже более 30 лет работают флексографские печатные машины, агрегатированные с различными дополнительными устройствами, чтобы запечатать ленту и одновременно произвести последующие технологические операции: Эти агрегаты, или комбинированные линейные секционные машины, очень актуальны при современных разносторонних требованиях к упаковочным материалам и позволяют создавать производственные линии.

Из всего многообразия современных возможностей комбинирования флексографской печати с технологическими операциями облагораживания и дополнительной обработки для создания разнообразных упаковочных материалов приведем только несколько интересных примеров.

Флексографская печать с тиснением и перфорацией

Флексографские печатные машины, предназначенные для изготовления упаковок для масла и маргарина, оснащаются специальными устройствами для тиснения и перфорации (рис. 1.49). Тиснение всегда производится непрерывно, а перфорация должна выполняться с соблюдением привошки относительно печати. Обычно в этих машинах имеется еще лакирувальная секция, а также устройства для продольной

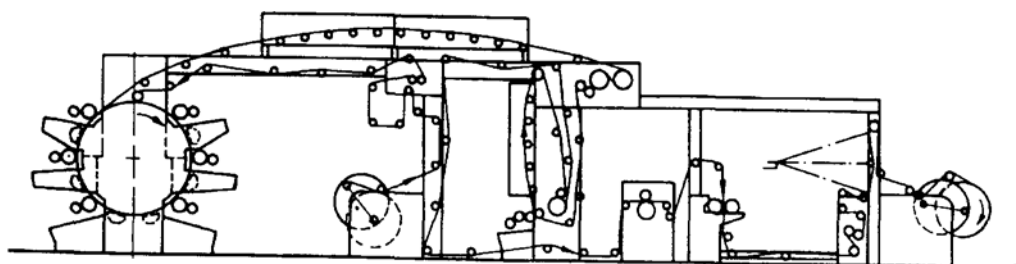


Рис. 1.49. 6-красочная планетарная машина, лакирувальная секция, устройства перфорации и тиснения в составе агрегата линейного типа.

на необходимое число частей. Технические условия на изготовление таких машин требуют обеспечения хорошей точности приво́дки между печатью и перфорацией, очень точно работающего стабилизатора натяжения и применения систем контроля и регулирования натяжения ленты. Следует отказываться от увеличения допусков на раппорт, так как это приведет к затруднениям в работе упаковочных машин.

Флексографская печать с лакированием или нанесением покрытий

Значительная часть применяемых в настоящее время упаковочных материалов (для того чтобы удовлетворить разнообразным требованиям) должна полностью лакироваться или снабжаться дисперсионным эмульсионным или термопластичным покрытием. Готовая продукция приобретает при этом глянец, красивый внешний вид, стойкость к стиранию краски (упаковочные сумки), стойкость к чистке и мойке (обои, оклеечная бумага). Все это можно в настоящее время получить путем агрегатирования с флексографской печатной машиной секции глубокой печати или специальной секции для нанесения покрытия.

Многие флексографские печатные машины в настоящее время дополняются флексографским лакировальным аппаратом и/или секцией глубокой печати или специальной секцией для нанесения покрытия.

Наносить покрытие можно способом глубокой печати, используя растрива́нный цилиндр и ракель, или способом накатывания гладкими валиками с встречным или попутным движением, или способом аккугравюры или оборотной гравюры, когда используется специальный

растрированный валик с обратным раке́лем. Этим способом возможно, по мере необходимости, наносить слой разной толщины. Во многих случаях перед нанесением основного покрытия в секции глубокой печати для улучшения адгезии предварительно производят обработку материала коронатором или наносят на него праймер (слой грунтовки). Для достижения хорошего качества продукции при скорости проводки ленты около 200 м/мин (или при простом лакировании 300 м/мин) нужно, чтобы в машине имелось достаточно длинное сушильное устройство с большой скоростью подачи воздуха, а при нанесении плавкого покрытия использовались необходимые охлаждающие цилиндры.

Секция для нанесения лака или других покрытий размещается между сушильным устройством флексографской печатной машины и рулонной приемкой (рис. 1.50). Рассмотренные комбинированные машины находят широкое применение в области рационального и экономичного производства упаковочных материалов. При приобретении такого агрегата покупатель должен тщательно обсудить с изготовителем все свои пожелания и все возможности, чтобы в дальнейшем затраты на обслуживание и отходы были минимальными.

Флексографская печать с местным покрытием (в соответствии с напечатанным изображением)

Местное, или частичное, нанесение покрытия (называемое также Patterncoating) с приводкой по отношению к изображению на оттиске выполняется чаще всего в секции глубокой печати, оснащенной необходимыми дополнительными устройствами.

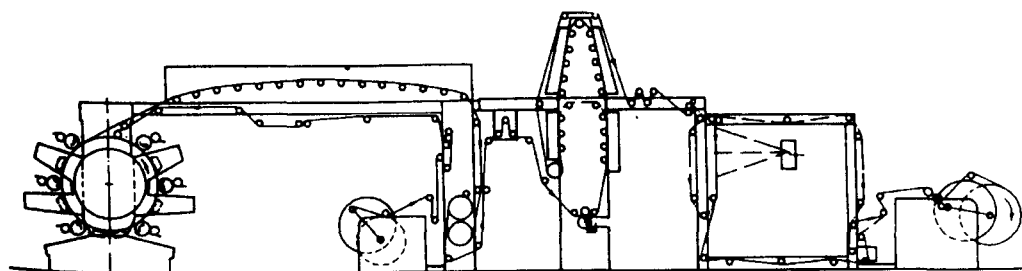


Рис. 1.50. 6-красочная планетарная машина и секция глубокой печати с собственным сушильным устройством для нанесения покрытия в составе агрегата линейного типа.

Это относительно просто сделать в многокрасочной машине глубокой печати, а флексографскую печатную машину нужно агрегатировать с одной или двумя секциями глубокой печати. Это сделалось особенно актуальным в последние 5 лет, когда тиражи стали меньше, часто меняются и растут цены, прибыль уменьшается и часто приходится вместо глубокой печати использовать флексографскую. При наличии подобной комбинации планетарной флексографской машины с секцией глубокой печати запечатанная флексографским способом пленка, огибая регистровый валик, направляется в секцию глубокой печати, в которой местное нанесение покрытия производится в соответствии с изображением на оттиске. Точность продольной приводки ± 1 мм достигается благодаря использованию простейшей системы регулирования с фотоэлектрическими датчиками. Покрытие можно наносить на лицевую или на оборотную сторону ленты. После секции глубокой печати устанавливается специально тянущее устройство, чтобы изменить натяжение ленты и поддерживать постоянную длину раппорта на протяжении печатания всего тиража. Путем несложных изменений в печатном аппарате можно сделать на пленке местное лакирование, нанести горячее или холодное покрытие.

Очень распространенной становится комбинация из 6-красочной планетарной машины и одной (аналогичной на рис. 1.50) или двух секций глубокой печати для изготовления упаковочного материала с покрытием на лицевой и оборотной сторонах для кондитерской и пищевой промышленности. После запечатывания на ленту либо наносится подслой (праймер), а во второй секции глубокой печати — слой ПВДХ, либо местное горячее или холодное клеевое покрытие с приводкой относительно печати. Точность приводки между флексографским оттиском и холодным покрытием на таком жестком материале, как целлофан или полипропилен, составляет $\pm 0,25$ мм. Скорость работы такого агрегата может достигнуть 200 м/мин при достаточно длинном

пути ленты в сушильном устройстве,* установленном над секцией глубокой печати.

Флексографская печать в сочетании с кашированием

Если бы изготовители упаковочных материалов из пленок с самым различным сочетанием материалов и самого высокого качества, в особенности для упаковки пищевых продуктов, захотели сделать наиболее рациональный выбор, они должны были бы признать оптимальным построение линейного агрегата, включающего в себя планетарную флексографскую печатную секцию, сушильное устройство и кашировальную секцию. При таком построении флексографская планетарная печатная секция дополняется универсальной секцией для нанесения покрытий, кашировальной секцией, длинным туннельным сушильным устройством и автоматизированным рулонным приемным устройством. В таком агрегате можно запечатывать самые различные материалы и изготавливать так называемые сэндвич-оттиски. Все ламинаты могут двигаться с высокой скоростью при максимально допустимом остаточном содержании растворителей. Обе части агрегата — флексографская машина и кашировальная секция — могут иметь отдельные лентопитающие и рулонные приемные устройства, а также электропривод и могут работать раздельно. Между собой механические и электрические части агрегата должны соединяться с высокой точностью и иметь высокочувствительные регулировочные устройства, чтобы иметь возможность точно проводить ленту через весь агрегат.

Из соображений охраны окружающей среды и экономии энергии в последнее время все чаще встречается каширование без растворителей (LF). Эта тема все чаще обсуждается между производителями упаковочной продукции, и, если это допускается структурой покрытия, решение

* Малогабаритная прямоугольно-спиральная сушилка («Полиграфия», 1996, №6) в комбинированных машинах существенно повышает их эффективность (прим ред)

принимается в пользу комбинации флексографской печати с кашированием без растворителей.

Подобный агрегат значительно короче и дешевле, чем включающий в себя длинную туннельную сушилку, чего требует обычное каширование, условия обслуживания агрегата улучшаются, и из-за уменьшения длины проводки ленты в той части машины, где производится каширование, уменьшается количество отходов (рис. 1.51)

При дальнейшем усовершенствовании наносимых при кашировании клеевых покрытий, особенно в сочетании с флексографскими красками, можно быть уверенным, что агрегаты данного типа имеют большое будущее

Преимущества линейных агрегатов и поточных технологических процессов

Изготовителям упаковок становится все труднее подобрать столь экономичный **технологический** процесс, чтобы конечная **продукция** получалась высококачественной и **вместе** с тем недорогой. Своим покупателям **они** должны предоставить свободу **выбора** и осуществлять поставку продукции в **сжатые** сроки. Это зачастую требует **использования** нескольких специальных машин, **что** под силу только крупному **предприятию**, выпускающему большие **партии** продукции. Для малых и средних **предприятий** тоже можно создать условия, **в которых** они достигнут благоприятных результатов. Этого можно добиться **путем** применения агрегатов, описанных **выше**, для поточного проведения **технологических** процессов. Тогда можно, **установив** такой агрегат, за один **прогон** получать различные комбинации **упаковочной** продукции: запечатанной, отлакированной, с тем или иным покрытием или **кашированием**. Открываются **возможности** путем введения незначительных

модификаций перерабатывать или получать новые упаковочные материалы

В настоящее время еще не осознана усиливающаяся тенденция к использованию таких многоцелевых агрегатов. Можно назвать следующие основания для этой тенденции

- объединение двух технологических процессов;
- сокращение транспортировки материала в рулонах,
- сокращение числа обслуживающего персонала;
- экономия площади;
- понижение уровня капиталовложений.
- **снижение количества** отходов;
- обеспечение высокой точности изделий (например, с помощью приводки печати),

- экономичность изготовления

Подобные агрегаты следует рекомендовать к повсеместному использованию

1.4. Дополнительные сведения о красочном аппарате

Красочный аппарат выполнит свою задачу переноса изображения с печатной формы на запечатываемый материал только в том случае, если он равномерно нанесет на форму постоянный красочный слой. Выше уже были изложены общие сведения о растрованных цилиндрах и красочных валиках. Ввиду большой важности процесса краскопереноса остановимся на нем еще раз более основательно.

Геометрия растра

Форма ячейки определяет равномерность и количество краски, наносимой на форму. Многообразие печатной продукции требует широкого диапазона варьирования количества краски, которое может осуществляться разнообразием рисунка ячейки, ее размером и количеством ячеек на единицу поверхности. На рис. 1.52 — 1.58 (см. также рис. 1.24) показаны различные

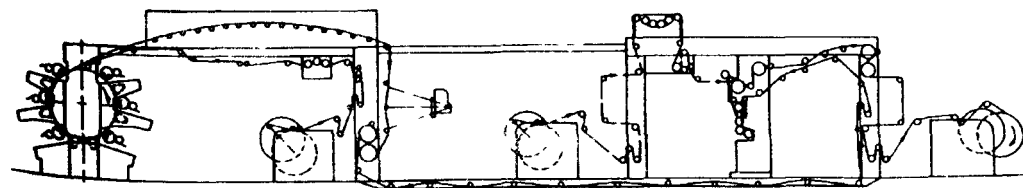


Рис.

Рис. 1.51. 6-красочная планетарная машина с универсальной секцией для нанесения покрытий, туннельным сушильным устройством и кашировальной секцией в составе агрегата линейного типа

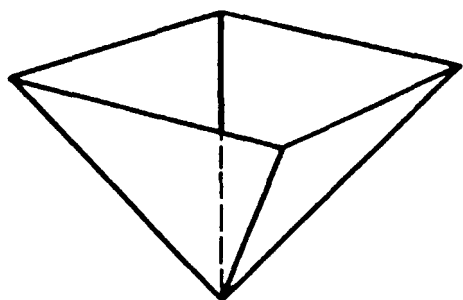


Рис 1 52 Остроконечная пирамида

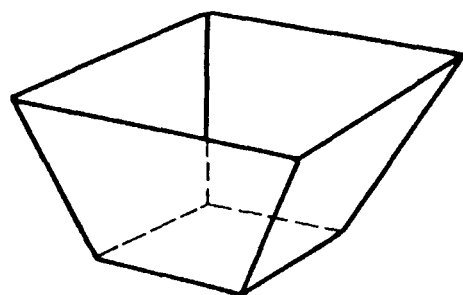


Рис 1 53 Усеченная пирамида

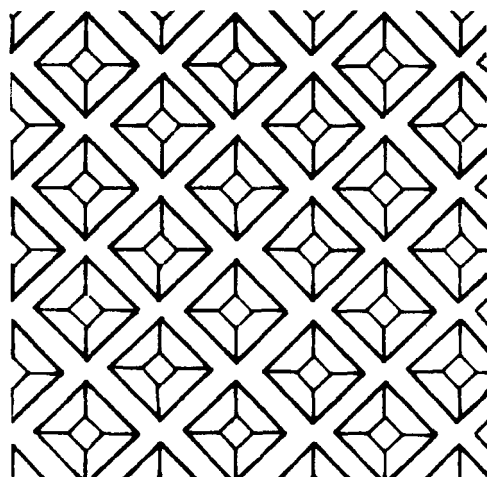


Рис 1 54 Диагональный растр с ячейками в виде усеченной пирамиды

формы ячеек валика с профилем в виде треугольника, трапеции, дуги, окружности, представляющие в плане ромб, квадрат, шестиугольник, круг и другие геометрические фигуры. Оценкой пригодности растра служит степень использования его поверхности, определяемая равномерностью ячеек и их ориентацией. Во избежание муара на оттиске растры формы и растриванного цилиндра должны

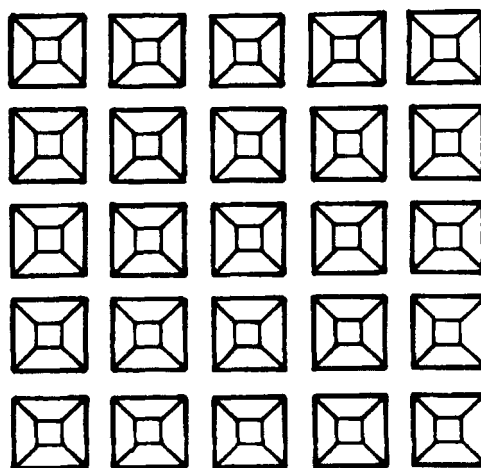


Рис 1 55 Прямоугольный растр с ячейками в виде усеченной пирамиды

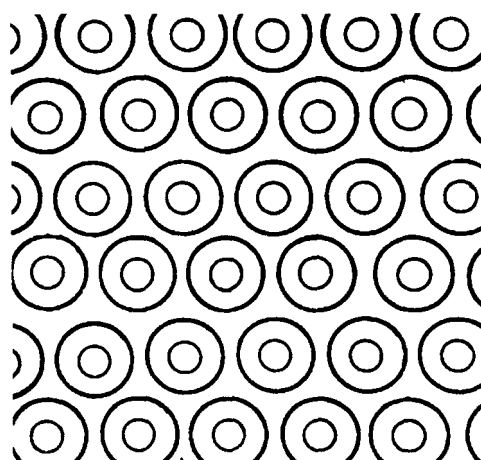


Рис 1 56 Растр с ячейками в виде усеченного конуса

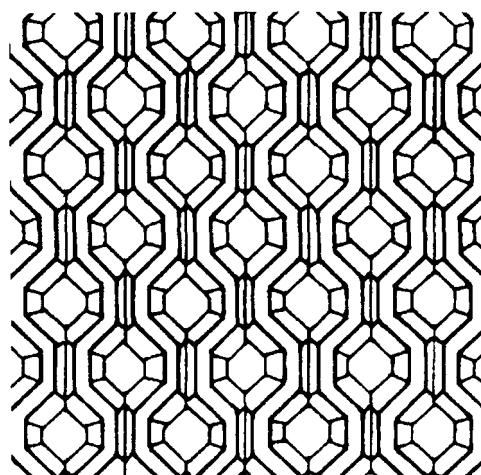


Рис 1 57 Растр с шестиугольными ячейками и прорезами между ними

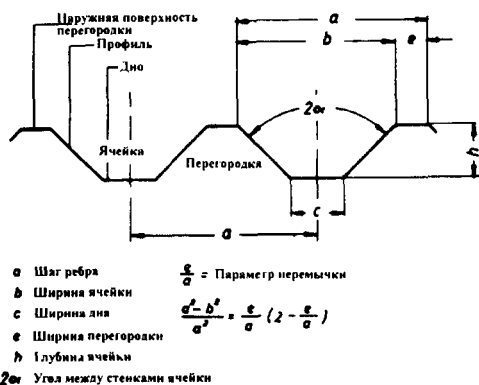


Рис 1 58 Геометрические размеры растра

быть повернуты относительно друг друга на наибольший возможный угол. Степенью неравномерности растра называется отношение ширины наиболее широкой перегородки к ширине наиболее узкой перегородки.

Идеальный растр имеет как в плане, так и по профилю абсолютно равномерно расположенные ячейки, ориентированные главной осью под углом не менее чем $7,5^\circ$ относительно растра формы. Перегородки между ячейками могут быть как узкими, так и широкими, при этом степень использования поверхности растра соответствует максимальному количеству красконесущих элементов поверхности растра. Помимо формы ячейки в плане, на ее вместимость влияют угол профиля, глубина и характер дна ячейки.

Геометрические критерии лучше всего подходят для растров с ячейками в виде усеченной пирамиды с гладким или скругленным дном (сферообразный растр), квадратными или шестиугольными в плане. Диагональные растры с квадратными ячейками, ориентированные под углом 45° к оси цилиндра, наиболее благоприятны для избежания муара.

Они могут быть выгравированы механическим способом на металле (сталь, медь, алюминий). Ячейка равномерного растра представляет собой в плане квадрат или шестиугольник, ориентированные по диагонали по отношению к оси цилиндра под углами $-60^\circ, 0^\circ, +60^\circ$ или $-30^\circ, +30^\circ, +90^\circ$.

Для жестких условий и для большей красковосприимчивости применяют соединительные прорезы между ячейками

фигурного растра (рис 1 57) в виде прямоугольной ячейки или линейного растра.

В линейном растре, имеющем только ориентированные перегородки, поперечные перемычки отсутствуют. В строгом смысле слова, он представляет собой растр с диагонально расположенным рифленным рисунком.

Характеристика растра на растривании цилиндра (рис 1 58)

a - шаг,

e - ширина перегородки,

h - глубина ячейки,

α - угол профиля ячейки.

За единицу измерения принимают

тысячную долю миллиметра (мкм).

Разрешающая способность растра — это число ячеек на 1 см длины. Так, растр линиатурой 80 лин/см имеет шаг 125 мкм, а растр линиатурой 200 лин/см — 50 мкм.

Главная ось растра — прямая, по центру которой размечены ячейки с небольшим интервалом. На этой же прямой размечается шаг. Направление растра определяется углом ориентации главной оси по отношению к оси цилиндра.

Объем ячейки определяется по формуле*

$$V = \frac{h}{3}(A_1 + \sqrt{A_1 \cdot A_2} + A_2),$$

где A_0 — площадь ячейки вместе с перегородкой,

A_1 — площадь верхней части ячейки,

A_2 — площадь дна ячейки,

h — глубина ячейки.

Для квадратной ячейки в виде усеченной пирамиды параметр $A_0 = a^2$, $A_1 = b^2$, $A_2 = c^2$.

Отношение V/A_0 — это расчетная величина, определяющая относительный объем или вместимость в $\text{см}^3/\text{м}^2$, характеризующая количество краски. Она соответствует величине красочного слоя в мкм при 100% опорожнения ячейки.

Стойкость растриванного цилиндра бывает тем выше, чем круче угол профиля ячеек, чем больше глубина ячеек и чем шире перегородки. Первые два показателя зависят от материала цилиндра и от способа изготовления, а ширина перегородок ограничивается отношением их суммарной площади ко всей площади поверхности.

* Формула нуждается в уточнении т.к. в нее не входит A_0 (прим. ред)

цилиндра (сверху) и стойкостью цилиндра (снизу). Для металлических растрированных цилиндров оптимальным является угол профиля около 25° и отношение площади перегородок к площади поверхности цилиндра, равное 0,25; при меньшей ширине перегородок износ произойдет слишком быстро.

Доля площади перегородок от общей площади поверхности цилиндра характеризует количество переносимой краски и стойкость растрированного цилиндра (рис. 1.59). Уменьшение доли площади перегородок увеличивает опорожнение ячейки и износ. Превышение определенного предела даже при увеличении глубины ячейки не увеличивает объем переносимой краски.

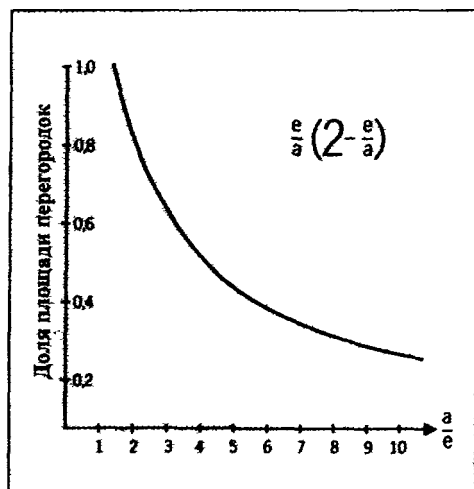


Рис. 1.59. Зависимость площади перегородок от геометрических параметров растра.

При наличии резервного объема в ячейке удлиняется время, после которого становится заметным износ формы.

Из-за адгезии краски к стенкам ячейки на форму поступает часть краски, которая и определяет реальный объем ячейки (рис. 1.60). Оставшаяся часть краски затрудняет быструю очистку растрированного цилиндра. Из-за этого ячейка в виде остроконечной пирамиды непригодна. В идеале растровая форма должна иметь наибольшую стойкость и наибольшее опорожнение, определяемое отношением отданного ячейкой количества краски ко всему объему ячейки. Процесс переноса, при котором

на форму попадают частицы краски, зависит от геометрии ячейки и свойств материала. Поэтому существует большое отличие в печатных возможностях растров, которые при одинаковом шаге различаются шириной перегородки, углом профиля и глубиной



Рис. 1.60. Схема ячейки с остатками краски

Растрированные цилиндры должны передавать достаточно краски на форму, чтобы обеспечить покрытие всех элементов формы требуемым равномерным слоем краски. Это достигается подбором геометрических параметров растра с учетом формы, запечатываемого материала и возможностей печатной машины.

Геометрические параметры растра:

- шаг;
- форма ячейки;
- направление накатки;
- объем ячейки;
- доля площади перегородок;
- шероховатость перегородок ячейки.

Параметры формы*

- минимальный и максимальный размеры точки;

- угол поворота растра. Параметры материалов:

- вязкость краски;
- поверхностное натяжение растрированного цилиндра;
- поверхностное натяжение краски;
- поверхностное натяжение формы;
- поверхностное натяжение запечатываемого материала;

- восприимчивость материала. Параметры красочного аппарата:

- прижимного валика: его жесткость, относительная скорость, давление;
- ракеля: угол наклона к поверхности цилиндра, толщина, жесткость, давление прижима;
- скорость;
- давление печати.

К сожалению, универсальных растрированных цилиндров не бывает. Насыщенная цветопередача и градационная

точность в светах представляют пример противоречивых требований. Многообразие растрового рисунка, на первый взгляд, сбивает с толку, однако хороший результат печати достигается только через правильное соотношение растрированного цилиндра и формы.

Для оптимального печатного процесса необходимо оценить количество краски на форме. Например, требуется небольшая величина точек при небольшой градационной плотности и тонком растре и одновременно — высококонцентрированные краски. Сохранить стабильность цветопередачи и уменьшить брак из-за износа цилиндра возможно путем компенсации его износа до допустимых пределов. С другой стороны, необходимо оценить влияние возможностей печатной машины на передачу краски растрированным цилиндром. Понятие выдавливания при этом не совсем корректно, так как краску несут также перегородки ячеек, и с увеличением скорости всегда подается больше краски. В этом отношении попутный (позитивный) ракей более чувствителен к увеличению скорости, нежели встречный ракей с отрицательным углом установки, при котором краскопередача менее зависима от скорости.

Можно видеть на рис. 1.61, что при увеличении скорости печати при позитивном ракейе передается примерно вдвое больше краски, чем при негативном.

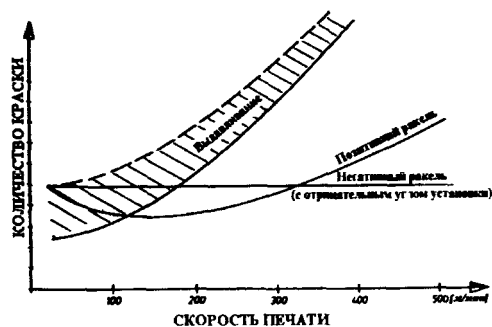


Рис. 1.61 Зависимость количества переносимой краски от скорости работы машины и типа дозирующего механизма

Так как множество параметров затрудняет определение необходимых параметров растра, можно во многих случаях

для ячеек в виде усеченной пирамиды ориентироваться на следующие рекомендации.

Растр 40 лин/см:

- для запечатывания сплошным фоном или лакирования;

- в основном для однотонных изображений при печати на хорошо впитывающем краску материале (например, бумаге).

Растр 60 лин/см:

- для однотонных изображений и штрихов от 1 мм при печати на хорошо впитывающем краску материале;

- для однотонных изображений при печати на невпитывающем материале (синтетике, алюминиевой фольге).

Растр 100 лин/см:

- для плашки, штрихового изображения со штрихом от 0,5 до 1 мм и растрового клише до 24 лин/см.

Растр 120 лин/см:

- для многокрасочных полутоновых изображений, шрифта. Растр 140 лин/см:

- для многокрасочных полутоновых изображений на невпитывающем материале. Растр 160 лин/см:

- как и для предыдущего варианта при ухудшении цветопередачи. Растр от 180 до 220 лин/см:

- для специальной печати.

При полутоновой печати (с растрированной формы) растрированный цилиндр должен иметь по меньшей мере в 2,5-3 раза больше линий на единицу длины, чем печатная форма, а в случае ухудшения цветопередачи — количество их должно быть еще больше. В таких случаях подходит ракей с отрицательным углом установки. Слишком малое различие между линиатурой цилиндра и формы приводит к образованию марашек и муара.

Для цилиндров, полученных накаткой и гравированием, необходимо хромирование внешней поверхности, что объединяет их под общим названием «хромированные цилиндры». На рис 1.62 дана увеличенная фотография ячеек растра, накатанного под углом 45°.

Лазерное гравирование предусматривает нанесение металлокерамического покрытия толщиной около 0,2 мм, которое

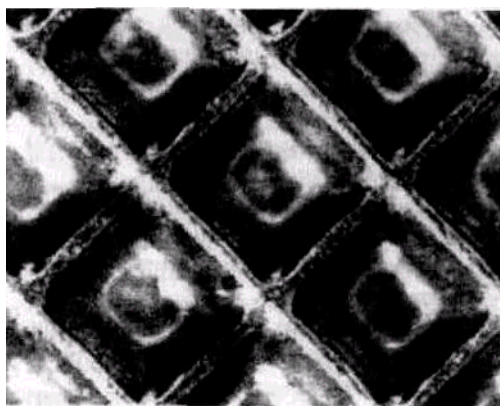


Рис. 1.62. Накатанный растр с углом 45° с ячейкой в виде остроконечной пирамиды.

осуществляется плазменным напылением на основу стального цилиндра при t° около 20000°C . Покрытие состоит, как правило, из Cr_2O_3 . Из-за высокой его твердости (до 73 HRC) его можно гравировать только лучом лазера, который выжигает каждую ячейку в дискретном режиме. Физика процесса основана на энергии лазерного импульса, управляемого быстродействующим компьютером. На рис. 1.63 и 1.64 представлены увеличенные фотографии поверхностей, полученных лазерным гравированием на керамическом покрытии валиков, а на рис. 1.65 — поперечного разреза слоя вдоль образующей цилиндра. Выжигание лазером не позволяет получить точные геометрические формы одинаковых ячеек, поэтому из-за этой специфики объем краски (вместимость) складывается не из отдельных ячеек, а принимается как усредненная величина по большому количеству ячеек. На рис. 1.66 показана схема ячейки растра, полученного лазером.

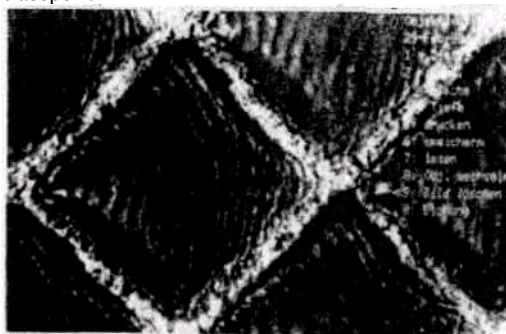


Рис. 1.63. Растр в виде усеченной пирамиды P20/40 (разрешение — 20 лин/см, глубина — 40 мкм), полученный лазерным способом на керамике.



Рис. 1.64. Сотовый растр W 100/12 (разрешение — 200 лин/см, глубина — 12 мкм), полученный лазерным способом на керамике.

Рис. 1.65. Срез ячеек, полученных лазерным способом

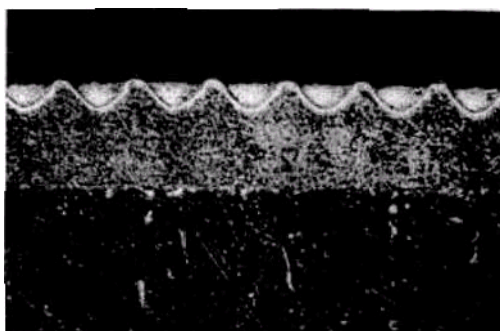


Рис. 1.66. Схема ячейки растра, полученного лазером.

Керамический цилиндр можно оценивать достаточно точно, если усреднить количество ячеек на одном квадратном миллиметре. Существенно то, что лазер пригоден для чистого физического воздействия, не подвергается, в отличие от механических способов, износу и прогибу, что дает возможность делать сверхтонкие растры.

Для грубого рисунка применяется растр до 50 лин/см с реальным объемом до $30 \text{ см}^3/\text{м}^2$. С ощутимо большими затратами можно получить растр с ячейкой в виде квадратной усеченной пирамиды до 30 лин/см и переносимым объемом краски около $40 \text{ см}^3/\text{м}^2$.

Травление при изготовлении растрированного цилиндра непригодно из-за невысокой точности и грубой поверхности стенок ячеек.

Какая высокая точность требуется, говорит тот факт, что при диаметре растрированного цилиндра 100 мм и длине 500 мм он должен содержать 31 млн. одинаковых ячеек.

Научные разработки DFTA отмечают большое влияние растрированного цилиндра на качество печати. На существенное увеличение точности наносимого рисунка влияют следующие факторы:

- соблюдение геометрической точности ячейки (требуемый объем, глубина, ширина перегородки);

- равномерность по всей поверхности цилиндра;

- воспроизводимость,

Так как твердость гальванического покрытия достигается с трудом, было отработано нанесение тонкой неметаллической, металлокерамической пленки. Она очень твердая, но тонкая, что не позволяет ей предотвратить деформацию зачастую «мягких» материалов (медь, алюминий). Поэтому в основном металлические растрированные цилиндры покрываются гальванической пленкой, защищающей от коррозии и износа.

У керамических цилиндров слой керамики примерно в 10 раз больше и имеет максимальную стойкость и прочность.

За последние годы бурного развития лазерной и компьютерной техники достигнуты существенные улучшения чистоты, точности и воспроизводимости, что позволяет говорить о новом поколении лазерных цилиндров. Без проблем выдерживается правильное расположение ячеек, их форма, размер и точное расстояние между ними. Ранее использовались формы ячейки в виде равностороннего шестиугольника или прямоугольника с перегородками в виде прямых линий, но глубина ячеек колебалась от одного до нескольких микрон как на одном Цилиндре, так и в партии цилиндров. Поэтому имелись и отклонения объема ячейки в пределах нескольких процентов.

Небольшая часть керамического напыления, равная нескольким микронам,

попадает выше поверхности перегородки, образуя наплыв, и создается дополнительная емкость для краски. Этим существенно сужается разделительная линия между ячейками, и создается благоприятное значение доли площади перегородок. Срезать наплыв не надо, необходима только шлифовка, чтобы поверхность была гладкой и не изнашивала ракель.

Известно преимущество цилиндров с керамическим покрытием: по работоспособности они во много раз превосходят цилиндры без покрытия. Помимо твердости, решающим для долгой эксплуатации цилиндра является его адгезионная прочность и стойкость к коррозии. Достигается это различными методами, такими как, например, заделка керамических пор синтетическим материалом, покрытие антикоррозийным слоем стального корпуса или, что на практике с трудом осуществляется, создание керамического покрытия без пор.

Твердость этих валиков делает их износостойкими и стойкими к механическим повреждениям, но чувствительными к легким радиальным ударам. Так как твердость и ломкость взаимно связаны, керамика трескается уже при малейших местных деформациях тела цилиндра. Чтобы этого не допускать, необходимо их испытать на ударную стойкость.

Наиболее чувствительными к этому является стык керамики с несущим материалом на торцах цилиндра.

Существенным для переноса краски на запечатываемый материал является давление, возникающее в зоне отдельно стоящих растровых точек. Одинаковое силовое взаимодействие растрированного цилиндра и формы при вращении служит предпосылкой для переноса на форму одинакового количества краски из каждой ячейки. Это достигается благодаря высокой точности отшлифованных и точно выставленных цилиндров. Такая высокая точность может быть нарушена из-за небольшого случайного удара, поэтому требуется бережное отношение к ним при обслуживании.

Хорошие условия эксплуатации увеличивают не только срок жизни цилиндров, но экономят время и сокращают износ

материала. Из-за неточного давления при каждой смене краски ее остатки должны быть вымыты, а сами цилиндры протерты чистыми тряпками. При замене растрированных цилиндров с ними необходимо обращаться осторожно, а при длительном хранении вне машины их необходимо высушить и защитить.

Требования к обрезиненным валикам

Обрезиненные валики применяются в разных отраслях промышленности для разнообразных целей. Они выполняют различные операции, такие как транспортировка, ламинирование, накат, прижим, перенос. Одной из значительных областей применения обрезиненных валиков, а также валиков с синтетическим покрытием является полиграфическая промышленность, частная область которой, а именно флексографская печать, и рассматривается ниже. Так как выбор материала зависит от определенных промышленных целей, нужно изучить различные предъявляемые к материалам требования. Условия, в которых работает обрезиненный печатный цилиндр в машинах для иллюстрационной глубокой печати, существенно отличаются от тех, в которых работает накатной красочный валик в рулонной офсетной машине. И флексографская печать предъявляет свои особые требования к применяемым материалам.

Термин «обрезиненный» валик может использоваться при разных вариантах материалов, называемых с равными основаниями «резиной» и «эластомером», так как трудно дать точное определение и характеристику вязко-упругому материалу. Синтетические материалы типа силикона, полиуретана и т.п. в флексографской печати не применяются, поэтому далее они не рассматриваются.

Физические и химические особенности процессов флексографской печати ставят специальные требования перед материалом облицовки валиков; Ниже рассмотрены критерии выбора сырья и рецептуры эластичных материалов, чтобы практики получили некоторое представление о химии полимеров.

Характер требований

Особенности такого материала, как резина, определяются областью его применения. Это общее положение пригодно и в случае флексографской печати. Решающим при выборе и, вместе с этим, для технологической эффективности валика является, в конце концов, результат, получаемый при печатании. Валики с эластичной облицовкой используются в технологических процессах, в которых нужна как их упругость, так и некоторые химические свойства. Физические и химические свойства материала и являются решающими для технологической эффективности их применения.

Физические требования

Физические требования, предъявляемые флексографской печатью к эластомерам, распространяются в основном на твердость и так называемую остаточную деформацию. Как правило, выбирается материал с твердостью между 40 и 80 ед. А по Шору. Остаточная деформация должна быть как можно меньше, так как при значительной остаточной деформации на валиках образуются повреждения в виде плоских участков, или граней. Важными физическими характеристиками являются также жесткость и износостойкость. Поверхностные свойства эластомера в широком смысле относятся к его физическим характеристикам.

Для безотказного функционирования флексографского красочного аппарата решающим является способность закрепления эластичной оболочки на стальной сердцевине. Допуск на отклонение от цилиндричности дукторного валика не должен превышать 0,02 мм, допуск на биение может составлять 0,05 мм.

Химические требования

По своим химическим свойствам эластомеры должны быть устойчивы к пеногасителям, смывочным средствам и растворителям красок. В флексографской печати применяются вода, бензин, минеральные масла, спирты, эфиры и кетоны. Материал должен быть химически устойчив по

отношению к этим растворителям, чтобы он мог надежно применяться в качестве облицовки. Химия процесса является решающим критерием при окончательном выборе материала.

Способы проверки

Для отдельного обрезаемого валика, готового к использованию, можно применить только один способ проверки — измерение твердости. Все остальные физические и химические характеристики должны проверяться раньше, при выборе материала. Добавить следует только осмотр для выявления повреждений и точную проверку геометрии валика.

Физические способы проверки

Измерение твердости. Измерение твердости эластомера, в соответствии со стандартом ДИН 53505, проводится по сопротивлению вдавлению иглы, острие которой имеет форму усеченного конуса. Игла вдавливается в плоскую поверхность резины с точно определенной силой и указывает значение твердости, которая для флексографской печати измеряется в ед. по Шору (по шкале А). При замерах твердости нужно иметь в виду, что неверные результаты могут получаться как из-за неточности приложенной нагрузки, так и из-за кривизны поверхности.

Поэтому толщина мягкой резины принимается не менее 5 мм.

Остаточная деформация. Целью проверки по ДИН 53517 является измерение доли необратимой деформации при граничных условиях. Эластомеры — это вязко-упругие материалы, и, кроме упругих свойств, они проявляют свойства вязких жидкостей. Абсолютно упругие тела принимают свои прежние размеры после снятия нагрузки, вызвавшей деформации и приложенной в течение длительного времени. Вязко-упругие тела имеют пластическую составляющую деформации, которая сохраняется и после снятия нагрузки и не позволяет восстановить исходную геометрию контролируемого тела. Остаточная деформация, называемая по-английски «compression set», проверяется по цилиндрическому резиновому телу. При

испытании образец сжимается на 75% своей первоначальной толщины между двумя стальными пластинами и выдерживается в течение 22 ч при температуре 70°C. Через 30 мин после снятия нагрузки измеряют отклонение от первоначальной высоты.

Жесткость и относительное удлинение. Проверка жесткости и относительного удлинения производится в соответствии с ДИН 53504 по резиновому кольцу или бруску, вырезанным из вулканизированной пластины. Специальная испытательная машина растягивает кольцо при определенной подаче. Производятся замеры усилия растяжения в промежуточных положениях и в конечном положении, когда происходит разрыв. Полученное таким образом разрывное усилие служит одной из характеристик материала.

Упругость. Для определения упругой части деформации эластомера в соответствии с ДИН 53512 проверяется его эластичность по отскоку. При проверке качающийся молоточек ударяет по испытуемому материалу и перемещает стрелку указателя, чтобы установить величину отдачи. При высокой упругости эластомера воспринимаемая им энергия снижается незначительно, и небольшая ее часть переходит в тепловую. Практически высокая упругость создает небольшое демпфирование, и при динамическом нагружении вырабатывается мало тепла.

Износостойкость. В основном время чистой работы обрезаемых валиков до их перешлифовки ограничивает износ (ДИН 53516). Для проверки этой величины служит испытательная машина, в которой вращается оклеенный наждачной бумагой барабан. Путь шлифования образца, который специальным держателем прижимается к бумаге, составляет 40 м. По разнице весов до и после шлифования, а также по толщине материала рассчитывают объемные потери испытуемого образца.

Свойства поверхности. Определение поверхностных свойств производится профилометром. В нем специальная тонкая игла ощупывает поверхность, структура которой далее дифференцируется с помощью

специального фильтра. Все неровности поверхности подразделяются на 6 классов, и результаты выдаются в виде глубины профиля, наибольшей глубины микронеровности, усредненной глубины микронеровности и среднеарифметического значения микронеровности.

Глубина микронеровности дает достаточное представление о шероховатости поверхности. Внешний вид и структуру поверхности можно более точно рассмотреть на микрофотографии.

Химические испытания

Основным соображением при выборе эластомера с химической точки зрения является его устойчивость к растворителям или химическим реактивам. Химическое сродство двух веществ определяет меру их растворимости или набухания. Набухание происходит только в том случае, если резина может растворяться в данном веществе. Чем больше химическое сродство между растворителем и эластомером, тем менее устойчив этот материал в эксплуатации. Мерой химической стойкости считается набухание.

При проверке на набухание испытуемый образец определенных размеров подвергается воздействию некоторого вещества в течение заданного промежутка времени. Диффундирование жидкости в поверхность эластомера зависит от времени и температуры. Чтобы сравнивать граничные условия, заданные в лаборатории, с встречающимися на практике, следует иметь в виду, что в лаборатории испытания проводятся при статическом положении образца и его смачивании со всех сторон. Практически иногда поверхность может смачиваться с одной стороны при динамических нагрузках. Химическое воздействие смывочных средств, применяемых практически кратковременно, проверяется в течение более короткого промежутка времени, чем печатных красок, которые практически постоянно взаимодействуют с валиком. Кроме проверки объемных изменений при набухании, образец подвергается также измерениям его физических свойств.

При определении набухания испытуемый образец взвешивается в воздухе и в воде. Вычислив выталкивающую гидростатическую

силу и зная толщину материала, находят объем. Затем помещают образец в испытуемую жидкость и выдерживают определенное время при температуре, встречающейся на практике. После этого испытуемый образец снова взвешивают в воздухе и в воде и определяют изменения объема (рис. 1.67).



Рис. 1.67. Схематическое изображение разбухшего резинового образца (справа) и образца до разбухания (слева).

Составление рецепта смеси

Эластомер, в зависимости от его назначения, состоит из 15-25 различных веществ. Они должны соединяться в определенных весовых соотношениях, чтобы точно получить необходимые химические свойства. Перемешивание сырья производится в специальных смесителях. Невулканизированную резиновую смесь пропускают через каландры, где ей придают определенную форму, чтобы в конце концов после дополнительной обработки соединить ее с сердцевинной валика. Вулканизацию производят при высокой температуре, и невулканизированная пластическая резиновая смесь превращается в вулканизированный упругий эластомер. После обработки поверхности и конечного контроля валик готов к использованию.

В состав резиновой смеси входят различные материалы: полимеры, наполнители, пластификаторы, противостарители и мостикообразователи. Существенно важно рассчитать состав смеси так, чтобы материал мог противостоять тем химическим нагрузкам, которые встречаются на практике. Физические нагрузки, встречающиеся в флексографской печати, не налагают определенных условий на рецептуру материала.

Химические свойства

Химические свойства эластомера почти исключительно определяются используемыми при его изготовлении полимерами. Из широкого набора синтетических полимеров в флексографской печати для всех условий работы (химически устойчивой) преимущественно применяются натуральный каучук (NR) или стиролбутадиенкаучук (SBR), так же как и акрилонитрилбутадиенкаучук (NBR) и этиленпропилен-диенкаучук (EPDM). В табл. 1.3 приведены сокращенные, полные и товарные названия наиболее часто применяемых полимеров, чтобы не возникало претензий по поводу их наименования.

Устойчивость перечисленных в табл. 1.3 полимеров к воздействию различных химикатов в предельно простой форме указана в табл. 1.4.

Химическая устойчивость у натурального каучука и у стиролбутадиенкаучука приблизительно одинакова, в то время как у акрилонитрилбутадиенкаучука она выше.

Интересно, что основные структурные составляющие у известных синтетических полимеров очень похожи. Специальные свойства придаются им благодаря химическим связям, которые возникают между мономерами в процессе полимеризации. Эти связи оказываются решающими при

выборе полимера для использования, так как от них зависит, устойчивость эластомера по отношению к химикатам. Стойкость **NBR** зависит от его компонента акрилонитрила. Основной компонент, бутадиен, который содержится также в стиролбутадиенкаучуке, при полимеризации в смеси со стиролом не обнаруживает стойкости к маслам. Такую же нестойкость к маслам и бензину проявляет натуральный каучук (полиизопрен). Оба вещества, SBR и NR, могут применяться в флексографской печати только в тех случаях, когда они используются с водными или спиртовыми продуктами. Устойчивость к озону и тепловым воздействиям в равной степени имеет узкие границы.

При использовании пеногасителей, которые, как правило, делаются на основе минеральных масел, должны применяться эластомеры на базе акрилонитрилбутадиенкаучука (NBR). Этот полимер обладает также стойкостью к водным и спиртовым продуктам. В общей полиграфии NBR широко применяется при изготовлении красочных валиков.

Эластомеры на базе этиленпропилендиенкаучука (EPDM) применяются при использовании растворителей. Этот специальный полимер гарантирует химическую стойкость по отношению к краскам, в которых в качестве растворителей используются

Таблица 1.3

Применяемые полимеры

Сокращенные наименования	Химическое обозначение	Товарное название, примеры
BR	Бутадиенкаучук	БУНА ЦБ (BUNA CB)
CR	Хлоропренкаучук	Неопрен, байпрен (Neopren, Baypren)
CSM	Хлоросульфированный полиэтилен	Гипалон (Hypalon)
EPDM	Этилпропилендиенкаучук	БУНА АП, кельтан (BUNA AP, Keltan)
FPM	Поливинилиденфторид-гексафторпропилен	Витон (Viton)
JJR	Изобутилен-изопрен-каучук	Бутилкаучук (Butil-Kautschuk)
NBR	Акрилонитрилбутадиен-каучук	Пербунан, БУНА Н (Perbunan, BUNA N)
NR	Изопренкаучук, натуральный	Натуркаучук, пептен (Naturkautschuk, Pepten)
SBR	Стиролбутадиенкаучук	Буна Хюльс (BUNA Huls)
Si	Силиконкаучук	Силастик (Silastic)

Таблица 1.4

Устойчивость полимеров к химикатам

Среда	Обозначение	Алифатические углеводороды		Ароматические углеводороды		Хлористые углеводороды		Сложные эфиры и кетоны		Спирт, вода	
		Льняное масло	Бензин, минеральн. масла	Толуол		Трихлорэтилен, метилхлорид		Уксусный эфир, ацетон		Метанол	этанол
BR	4	5	5	5		5		4		1	
CR	2	2	5	5		4		5		1	
CSM	2	2	5	5		4		5		1	
EPDM	2	5	5	5		5		0		0	
FPM	1	1	2	2		2		5		2	
IJR	2	5	5	5		5		0		0	
NBR	1	1	3	3		3		5		2	
NR	4	5	5	5		5		4		1	
SBR	4	5	5	5		5		4		1	
Si	1	5	5	5		5		5		1	

Оценки 0-2 — от отличной до удовлетворительной, 3-4 — возможно появление набухания, 5 — отсутствие устойчивости

эфир и кетон. Материал устойчив также к озону и к теплу. Из-за своей неполярности EPDM неустойчив химически к неполярным растворителям, таким как бензин или олигомерные минеральные масла.

Из этого краткого перечня ясно, что нельзя применять смесь бензина с эфиром или кетоном. При использовании NBR или EPDM исключается возможность применения одного из этих растворителей. Ни один синтетический полимер не обладает одновременно химической стойкостью к эфирам/кетонам и бензину. Этим подтверждаются слова материал определяется его применимостью.

Наряду с полимерами, которые являются частью смеси и придают ей определенные свойства, в облицовку валиков должны входить и другие вещества

- наполнители,
- пластификаторы,
- активаторы,
- стабилизаторы (противостарители),
- диспергаторы и технологические добавки для облегчения обработки,
- средства для улучшения сцепления,
- мостикообразователи (сшиватели),
- ускорители вулканизации

Названные вещества больше влияют на физические свойства применяемых в флекссографии материалов, чем на физические. Важно лишь, чтобы все эти материалы были химически стойкими к применяемым

химическим средам. Все составные части, например пластификаторы, должны не только не вымываться из облицовки валика под действием растворителей, но и укреплять матрицу эластомера.

Физические свойства

Физические свойства материалов облицовки определяются, в основном, не только полимером, но и наполнителями и пластификаторами.

Затверждение резиновой смеси происходит в результате так наз. компаундирования, т.е. перемешивания с активными наполнителями и пластификаторами. В диапазоне от 40 до 80 ед А по Шору активность смеси достаточно высока, и не требуются повышающие твердость наполнители. Для выбора наполнителей решающим показателем является износостойкость.

Выбор пластификаторов должен производиться с учетом того, что они помогают «сшивать» матрицу полимера. При этом они должны быть устойчивы к химическому воздействию растворителей и к высокой температуре, а при хранении не должны распадаться и мигрировать.

Состояние поверхности эластомера зависит как от точной рецептуры смеси, так и от обработки поверхности. Выбор тонкоперемешиваемой смеси дает гарантию оптимального качества шлифования, при котором можно получить глубину

микронеровностей не более 10-12 мкм. Специальный, обусловленный материалом способ шлифования позволяет обрабатывать различные валики.

Для эластомеров, прежде всего на базе EPDM, проблемой является наличие пластической деформации. Материалы на основе EPDM применяются в тех случаях, когда требуется хорошая устойчивость по отношению к эфирам и кетонам. Термопластическая составляющая полимера влияет на его способность восстанавливать форму при ударных и статических нагрузках. Практически это приводит к проблемам образования вмятин и плоских граней. Новые рецептуры и способы полимеризации привели к тому, что у современных разновидностей EPDM с недавних пор остаточная деформация значительно снизилась. В флексографской печати желательно применять материалы с малой остаточной деформацией.

Рекомендации по применению материалов

Исходя из данных о физических и химических нагрузках и требованиях, можно дать рекомендации по применению и дальнейшему развитию полимерных материалов. В табл. 1.5 приведены примеры выбора типа материалов для валиков в флексографской печатной машине в зависимости от типа используемых красок.

Таблица 1.5

Материалы [облицовки валиков] для различных типов красок

Растворитель /	Эфир Кетон	Бензин Спирт
Вода Спирт		
046 55 051 60 043 65 045 75	725 40 730 50 738 65 739 70	035 50 039 60 028 65 029 80

Хранение и эксплуатация валиков

Эластомеры являются органическими материалами, которые видоизменяются под действием энергии. Это служит основанием для введения определенных мер предосторожности при их эксплуатации и хранении, чтобы гарантировать их работоспособность. Важнейшими требованиями являются следующие

- укрывать от света,
- защищать от озона,
- хранить с опорой на цапфы,
- оберегать от воздействия растворителей

Не рекомендуется допускать облучение поверхности валиков перед их использованием прямым солнечным светом. Обрезанные валики нужно при пересылке упаковывать в светонепроницаемую бумагу и хранить в таком виде вплоть до начала их использования.

Гарантировать безупречность поверхности при хранении можно только при их содержании в помещениях, где отсутствует озон (учитывая, что озон возникает от каждой искры). Озон вступает в двойные связи с полимерами и разрушает их. Валики нельзя укладывать с опорой на облицовку, так как остаточная доля деформации приводит к нарушению их цилиндрической формы. Только хранение с опорой на цапфы в состоянии гарантировать неизменность формы и размеров поверхности.

Для очистки и смывки поверхностей валиков можно применять только растворители, рекомендуемые поставщиками. Использование нерекондованных растворителей или их смесей представляет опасность, так как способно вызвать разбухание и преждевременное разрушение облицовки из эластомера.

Основным критерием для использования эласто-упругих материалов во флексографской печати является его химическая стойкость. Материалы на базе разнообразных полимеров подбираются в зависимости от химикатов, используемых в качестве растворителей. Физические свойства, не имеющие во флексографской печати решающего значения, могут быть получены путем смешивания полимеров с наполнителями и пластификаторами. Интенсивное сотрудничество печатников, машиностроителей и поставщиков красок, теоретическая и экспериментальная работа гарантируют для будущего разработку материалов, удовлетворяющих всем требованиям рынка.

1.5. Техническое обслуживание печатной машины

Как каждая машина, так и флексографская печатная машина подвержена естественному постепенному износу. Плохой уход

за машиной ускоряет этот процесс, и в результате могут возникнуть повреждения ее узлов. Чтобы поддерживать минимальную вероятность остановки машины в результате неожиданного отказа ее отдельного элемента и даже целого устройства, флексографская печатная машина должна регулярно и планомерно обслуживаться. В противном случае в любой момент производство может прерваться и будет необходимо перестраивать производственный план и план по выпуску готовой продукции. Целесообразно благодаря нацеленным и взвешенным мероприятиям предупреждать возможные остановки машины. Перечень возможных мероприятий очень разнообразен.

Первые шаги к разумному и экономически оправданному обслуживанию оборудования может сделать персонал, работающий на печатной машине. В процессе выпуска продукции машине приходится уделять так много внимания, что замеченные неполадки можно устранять непосредственно в процессе работы.

Второй (психологически важный) шаг в обслуживании состоит в чисто внешнем уходе за машиной. Печатная машина должна чиститься частично ежедневно, частично после окончания печатания тиража и один раз еженедельно. Уход за печатной машиной экономически оправдан.

На работы по обслуживанию, например, такие, как проверка уровня масла в передаточных механизмах, смазка в обозначенных местах, регулярный контроль отделителя воды и масла в системе подачи сжатого воздуха, не требуется больших затрат. Вода в устройствах сжатого воздуха часто приводит и к мелким неприятностям и к серьезным повреждениям узлов машины, если к ним относиться небрежно. Затраты на ремонт оказываются существенно большими, чем необходимые затраты на уход за машиной.

С экономической точки зрения важно также решить вопрос: какие именно запасные части и в каком количестве должны храниться на складе предприятия? От правильного решения этой задачи зависят, с одной стороны, затраты на хранение лежащих «мертвым грузом» деталей, а с другой стороны, затраты, связанные с простоем

оборудования из-за отсутствия необходимой детали и заказом ее поставщику оборудования на быструю ее поставку.

Подход к комплектровке запасными частями может колебаться между двумя крайними взглядами, при одном из которых вообще никаких запасных частей не держат на складе, при другом — все запасные части находятся на складе предприятия. В первом случае запасные детали не «связывают» никаких денег, но зато время на возвращение машины в исправное состояние крайне велико из-за того, что на приобретение или изготовление вышедшей из строя детали необходимо какое-то время. Во втором случае можно время восстановления исправности машины значительно сократить, но зато много финансовых средств будет неэкономично «связано» в запасных частях на складе.

Поэтому оптимальный компромисс между соответствующими капитальными вложениями, с одной стороны, и относительно коротким временем восстановления исправности машины, с другой стороны, должен быть найден.

Ведомость хранимых запасных частей должна быть экономически обоснована. Только определенные запасные части в нескольких экземплярах целесообразно держать про запас, например, двойной комплект подшипниковых опор формного цилиндра. В этом случае формный цилиндр может уже подготавливаться полностью для следующего тиража. Быстроизнашивающиеся узлы или детали (например, растрированные и передаточные валики) необходимо постоянно иметь на складе.

Таким образом, неполадки в машине приводят к затратам. Они складываются из следующих составных частей:

- 1) затрат на составление ремонтной документации,
- 2) амортизационных отчислений,
- 3) убытков из-за невыпущенной продукции,
- 4) доли общих производственных затрат,
- 5) затрат на оплату вынужденного простоя обслуживающего персонала.

Кроме того, в результате простоя исполнитель заказа нарушает сроки поставки и ставит заказчика в затруднительное положение.

Нельзя забывать, что к названным выше затратам добавляются затраты на ремонт, которые могут быть больше (на что уже указывалось), чем затраты на профилактический уход за машинами.

Поэтому целесообразно заблаговременно составить конкретный **план обслуживания машины** и определить затраты на уход, обслуживание и содержание в исправности (с ведением учета запасных частей) оборудования. Задания на обслуживание должны быть точно определены и точно распределены среди обслуживающего персонала. Избранные организационные формы определяются производственной структурой и размерами производства.

Как уже упоминалось, существенную часть работы можно возложить на персонал, непосредственно обслуживающий машину. Этой категории работников должно быть вполне определенно указано, в каких случаях и к кому из администрации следует обращаться по вопросам обслуживания оборудования. Административно-ответственное лицо должно иметь полномочия для принятия решения о длительной остановке машины.

Обслуживание и содержание в исправности машины включает следующие работы:

1. Чистка машины, выполняемая, как правило, персоналом, работающим на машине.

2. Смазочные и простые работы по техническому уходу за машиной, такие как наблюдения и уход за установками сжатого воздуха.

3. Ремонтные работы небольшого объема, выполняемые персоналом, подчиненным механике цеха. При этих работах целесообразно вести учет и накапливать статистику неисправностей, по результатам анализа которой может быть составлен перечень запасных частей, необходимых для хранения на складе предприятия.

4. Собственно работы по ремонту узлов машины, которые должны выполняться специалистами того или иного уровня (в зависимости от сложности) или специалистами фирмы-поставщика оборудования.

Первой предпосылкой для безупречной работы флексографской печатной машины является ее точная установка. Имеется в виду горизонтальное и параллельное

выравнивание всех входящих в машину модулей. Выравнивание в горизонтальной плоскости в первую очередь необходимо для предотвращения перекоса валов в подшипниках и их возможного заклинивания.

Точное выравнивание как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях необходимо также для нормального движения ленты.

Чтобы смонтированная машина работала надежно и устойчиво, нужен соответствующий фундамент. Необходимо принимать во внимание не только статические, но и динамические нагрузки. Межэтажное перекрытие должно обладать хорошим демпфирующим свойством. Колебания и вибрации должны быть строго ограничены, а возможность резонансных явлений должна быть исключена полностью.

Смазка узлов машины

К каждой печатной машине прилагается подробная схема ее смазки. Технология смазки достигла высокого уровня. Количество смазочных средств очень велико, что, с другой стороны, не очень удобно при эксплуатации машины: ведь для каждого случая их применения необходимо соблюдать многочисленные индивидуальные рекомендации и требования.

Смазочные средства должны не только уменьшать трение и тем самым снижать износ, но также отводить неизбежно возникающее тепло и этим исключать местный перегрев, который может привести к повреждениям. Не могут применяться «смазочные средства», категорически не подходящие или не разрешенные для использования.

Для печатника на флексографской печатной машине поэтому совершенно необходимо точно соблюдать схему смазки, разработанную изготовителем машины. Чтобы облегчить эту работу, места смазки обозначаются, как правило, краской определенного цвета, который указывает, какой вид смазочного средства должен применяться: или масло, или густая смазка, или нечто другое.

Отрасль машиностроения, выпускающая подшипники, предлагает сегодня герметичные или снабженные защитными крышками **подшипники качения**, которые наполнены

густой смазкой длительного пользования. Такие подшипники не требуют последующей смазки и не нуждаются при нормальных условиях ни в каком обслуживании. Необходимо только обращать внимание на возможные случаи загрязнения.

Открытые подшипники качения смазывают маслом или наполняют густой смазкой. Следует принимать во внимание вредное влияние окружающей среды — сажи, пыли, влажности воздуха, паров растворяющих веществ и т.п.

Ролики в подшипнике нуждаются только в тонкой пленке смазки. Поэтому открытые подшипники не должны наполняться излишне густой смазкой. В противном случае в каком-то отдельном подшипнике ролик не вращается надлежащим образом, а тормозится густой смазкой и находится в смешанном скользящем и вращающемся состоянии. Это вызывает микроскопическое трение и ведет к повреждению подшипников.

Сегодня имеются самые разнообразные смазочные средства. В сильно нагруженных подшипниках применяются специальные густые смазки. Подшипники, вращающиеся с большой скоростью, следует смазывать маслом.

В флексографской печатной машине возникают различные источники опасностей для смазочных веществ. Необходимо в особенности обращать внимание на то, чтобы ни краска, ни растворяющие вещества, ни пыль не попали в смазочное средство.

Подшипники скольжения находят в особо ответственных случаях нагружения свое обоснованное применение. Искусственные материалы, имеющиеся сегодня, открывают для подшипников новые перспективы. Различают несмазываемые и смазываемые жидкостями подшипники скольжения.

В смазываемых жидкостями подшипниках скольжения недопустимо соприкосновение движущихся относительно друг друга деталей. Напротив, между двумя частями подшипника должна образовываться несущая и разделяющая пленка жидкости. При правильной установке и безукоризненном функционировании внутри пленки смазки возникает стабильное, способное выдерживать большую нагрузку течение смазывающего средства.

В качестве смазочного средства применяется, как правило, масло. Это имеет большое значение особенно для подшипников скольжения из металлических материалов. При одностороннем покрытии подшипника скольжения слоем искусственного материала может, при известных обстоятельствах, применяться в качестве смазочного средства также вода.

При несмазываемых подшипниках скольжения не обязательно отказываться от смазочных средств. Несмазываемые подшипники скольжения, как правило, покрыты с одной стороны слоем искусственного материала. Причем специальный искусственный материал противостоит обычному металлу (в особенности стали) и имеет низкий коэффициент трения. Часто речь идет также о скольжении искусственного материала по искусственному материалу, которое возникает тогда, когда поры металла наполняются искусственным материалом. В флексографской печатной машине надежно применяются различные подшипники скольжения. Они, как правило, не нуждаются в обслуживании и не требуют особого внимания от работающего персонала.

Подшипниковые опоры формных цилиндров

Формные цилиндры сегодня преимущественно располагаются на подшипниках качения. Применяются подшипники как шариковые однорядные или двухрядные, так и роликовые и игольчатые.

По-прежнему для подшипниковых опор формных цилиндров применяются также хорошие подшипники скольжения, потому что они обеспечивают валам отличное вращение (без радиального биения) и благодаря собственному четко выраженному демпфированию могут противодействовать зубцовому полошению на оттиске.

Подшипники скольжения, как правило, смазываются маслом. Густая подшипниковая смазка является неременной гарантией того, что при высоком числе оборотов движущиеся относительно друг друга металлические части будут удерживаться на расстоянии толщины смазочной пленки. Разрыв же пленки приводит к соприкосновению

металлических поверхностей и тем самым к быстрому их износу. Установлено, что подшипники скольжения очень чувствительны к грязи и к недостаточной смазке.

Подшипники качения устойчивее, менее чувствительны к загрязнению и недостатку смазки, но при высоких требованиях к точности вращения и им необходима достаточная смазка и чистота.

На качество печати во флексографии имеют большое влияние подшипники формного цилиндра. Формный цилиндр должен быть установлен в подшипниках с минимально возможным зазором, потому что он подвергается ударной нагрузке с двух сторон. Флексографская печать значительно чувствительнее к вибрации, чем, например, глубокая печать. Формный цилиндр глубокой печати нагружен с одной стороны, и, следовательно, «игра» его подшипников незначительна и не влияет на положение печатного цилиндра по отношению к запечатываемому материалу и на кату краску в той мере, в какой необходимо при флексографской печати.

Но подшипниковые опоры формного цилиндра не могут быть совсем без зазора. Туго сидящий подшипник скольжения быстро нагреется, туго сидящий роликовый или игольчатый подшипник легко рассыпется. Правильно выбранные подшипники формного цилиндра не должны сидеть туго. С другой стороны, необходимая «игра» должна быть так мала, чтобы ее нельзя было почувствовать рукой. Ощутимая рукой «игра» подшипников приводит к стохастическим колебаниям печатного цилиндра, в печатном изображении появляются поперечные полосы (расстояние между которыми четко зависит от скорости), отличающиеся от зубцовых полос.

Флексографские печатные машины с подшипниками скольжения формных цилиндров оснащаются, как правило, **централизованной смазкой**. Централизованная смазка является системой, которая обычно приводится в действие вручную и гарантирует через специальную распределительную систему равномерное снабжение всех мест смазки смазочным средством.

Эти системы работают с достаточной надежностью. Но за ними нужно также

постоянно наблюдать. Если в отдельном трубопроводе, например, в результате загрязнения сопротивление движению смазки заметно повысится, то система не сможет гарантировать равномерное распределение смазочного средства по всем местам смазки.

Смазочное средство должно распределяться только на подшипники формного цилиндра. Поэтому централизованная система смазки должна иметь определенное сопротивление движению масла в распределительной системе. К подшипниковым опорам, которые временно не работают (если, к примеру, в шестикрасочной машине работают только четыре секции), масло также не должно поступать и тем самым не вызывать ненужного загрязнения машины.

Так как флексографские печатные машины являются многоформатными, они имеют в области печатного аппарата **открытые зубчатые колеса**. Эти колеса, установленные на съемных формных цилиндрах, не могут быть установлены в закрытых корпусах редукторов и для предотвращения несчастного случая загораживаются защитными кожухами.

Открытые зубчатые колеса должны регулярно смазываться. Здесь достаточно обычной многоцелевой густой смазки (речь идет о невысоконагруженных зубчатых колесах).

В открыто работающих зубчатых передачах не должно быть засохшей краски. Остатки краски препятствуют правильному качению зубчатых колес. Следствием может быть плохой накат краски и дробление печати.

Закрытые передаточные механизмы

Они не нуждаются в текущем обслуживании. Важно только обращать внимание на то, чтобы в механизмах всегда находилось достаточно смазки. Недостаток смазки может привести к сухому трению и тем самым к разрушению деталей. Чрезмерно высокий уровень масла в закрытом корпусе может привести к повышенным потерям смазочных средств, их утечке через сальники валов. Всегда следует соблюдать интервалы смены масла, установленные поставщиком.

Обгонные муфты

При технологических остановках машин валики красочного аппарата должны вращаться (в противном случае краска на них засохнет). Поэтому они имеют дополнительный привод. Кинематически главный и дополнительный приводы связаны с валиками через две обгонные муфты, каждая из которых содержит «заклинивающие» ролики. В процессе печати обгонная муфта главного привода через свои заклинивающие ролики передает движение красочным валикам, а ролики обгонной муфты дополнительного привода проскальзывают («расклинены»). В период остановки главного привода движение на красочные валики передается «заклиненными» роликами муфты дополнительного привода, а ролики обгонной муфты главного привода проскальзывают. Каждый ролик снабжен пружиной для надежного заклинивания при передаче движения. Излишек смазки вреден для обгонных муфт, а недостаток приводит к износу. Поэтому обгонные муфты требуют строго дозированной смазки.

Дополнительный привод имеет меньшую скорость, чем главный привод.

Другие виды муфт

В флексографских печатных машинах имеются и редко включаемые муфты. В комбинированных машинах, в которых в составе линии выполняются различные способы обработки, имеются включающие и однооборотные муфты.

Печатные машины с центральным дополнительным приводом имеют часто **многодисковые муфты** для двух рабочих состояний привода: включено и выключено. Речь идет о фрикционных муфтах, диски которых нельзя смазывать густой смазкой или маслом, так как при этом не может возникнуть необходимая сила трения.

Лентоведущие цилиндры приводятся иногда через **проскальзывающие муфты**, которые передают определенный предварительно заданный вращающий момент. Чтобы снизить интенсивность износа, стремятся установить проскальзывание как можно меньшим. Фрикционные муфты в этом

случае не оптимальны, так как они при ничтожном увеличении трения могут значительно увеличить передаваемый момент.

Магнитные **порошковые муфты** свободны от этого недостатка и поэтому нашли в таких специальных случаях большое применение.

Станции размотки часто оснащены **фрикционными тормозами**. Здесь применяются дисковые электромагнитные и пневматические тормоза или же пружинные открытые тормоза. Ко всем фрикционным тормозам предъявляется требование:

их тормозные поверхности не должны смазываться ни маслом, ни густой смазкой. В исключительных случаях следует точно выполнять указания изготовителей. Все тормоза и муфты скольжения объединяет общее: они превращают механическую энергию в тепло. Теряемая мощность рассчитывается как произведение силы натяжения ленты F [Н] на ее скорость V [м/с]:

$$P[\text{кВт}] = 10^{-3} F[V] V [\text{м/с}].$$

С другой стороны, теряемую мощность можно рассчитать как произведение тормозного момента M [Н*м] на число оборотов проскальзывания n [об/с] и соответствующий постоянный коэффициент:

$$P [\text{кВт}] = 2\pi 10^{-3} M[\text{Н*м}] n [\text{об/с}].$$

Гидравлические и пневматические системы

Во многих печатных машинах находят применение **гидравлические системы**. Преимуществом гидравлики является возможность получения больших усилий компактными устройствами.

Гидравлические устройства не требуют большой работы по обслуживанию. Но и здесь непременно рекомендуется точно выполнять указания изготовителя. При монтаже гидравлических устройств, при наполнении или доливе гидравлического масла следует обращать внимание на их чистоту. Частицы грязи в гидравлическом устройстве могут легко двигаться вместе с маслом и причинять повреждения во многих местах.

Гидравлические устройства во флексографских машинах работают с давлением

от 100 до 200 бар и более. Струя жидкости под высоким давлением является опасной. Необходимо исключить возможность попадания работающего под струей жидкости высокого давления. Это особенно относится к вредным для здоровья жидкостям. При высоком давлении гидравлическая жидкость, попадая на кожу, вызывает глубокие раны, которые внешне могут быть едва видимы.

Гидравлические устройства могут заполняться только специальным гидравлическим маслом. Нормальное смазочное масло не разрешается здесь применять ни при каких обстоятельствах, так как оно склонно к вспениванию и нестабильно при высоком давлении. Необходимо наливать или доливать в системы только разрешенное изготовителем гидравлическое масло, которое имеет принципиально другое химическое строение, чем смазочное масло.

Гидравлические трубопроводы и особенно их соединения должны время от времени проверяться на плотность. Даже самые малые места утечки влекут за собой большие потери масла и снижение давления. Гидравлические винтовые соединения не разрешается слишком плотно затягивать. Соединения, ставшие неплотными, следует заменить.

Во многих печатных машинах применяется **сжатый воздух**. Он необходим для пневматических цилиндров, для датчиков обрыва ленты и др. Различают:

- устройства, которые работают с давлением 6-8 бар (применяются для статических задач: натяжение ленты, пневматическое включение передаточных валиков, ракелей, тянущих валиков, давления);

- устройства низкого давления для управляющих цепей, датчиков обрыва ленты и т.п. (с давлением около 400 мбар). Так как на большинстве предприятий применяется сжатый воздух во многих разных системах, нет ничего необычного в оснащении печатной машины собственным компрессором и устройством подготовки сжатого воздуха. Последнее содержит:

- фильтр, который одновременно выполняет функции отделителя воды;

- редукционный клапан давления, который регулирует рабочее давление для

печатной машины и должен поддерживать его постоянным;

- распылитель, который подает рабочий сжатый воздух (с установленным и точно дозированным количеством масла) для смазки (при нормальном давлении) в рабочую установку.

Однако не все системы переносят сжатый воздух, содержащий масло. Многие устройства должны работать с очищенным от масла сжатым воздухом. Поэтому печатник должен регулярно и тщательно ухаживать за системой подготовки воздуха для пневматических устройств по приложенной к печатной машине схеме. У входного фильтра с отделителем воды имеются автоматически работающие отделители конденсата. В теплое время года часто преобладает высокая влажность воздуха и тогда в отделитель воды попадает много конденсата. Целесообразно использовать автоматически работающий отделитель конденсата. В нем может собраться так много воды, что отделитель воды переполнится и не будет в достаточной мере освобождать сжатый воздух от влаги. Тогда легко появляются помехи в механических частях системы сжатого воздуха, которые могут привести к остановке машины. Наличие воды повышает сопротивление движению воздуха в трубопроводах и вызывает коррозию на рабочей поверхности цилиндров, что ведет прежде всего к потере давления и к необходимости их замены. По причине потери герметичности цилиндров даже без коррозии могут возникнуть тяжелые повреждения. Проникшую в устройство воду трудно извлечь. Чтобы воспрепятствовать попаданию в систему паров воды, можно в экстренных случаях установить у входного отверстия компрессора осушитель воздуха. Для пневмоприводов требуется исключительно чистый рабочий воздух. Он должен быть свободным от масла. Позади входного редукционного клапана, позади входного фильтра и отделителя воды устанавливается второй фильтр — фильтр тонкой очистки (с очень маленькими размерами пор), который должен быть соединен с автоматическим сливом конденсата (так как и здесь может оседать

влаги). В отделителе конденсата не должно собираться воды больше допустимого уровня; распылитель масла в достаточной до следующего инспекционного интервала мере должен быть наполнен маслом. Важно также, чтобы неплотности в устройствах для сжатого воздуха устранялись быстро, так как сжатый воздух дорог. Постоянные потребители воздуха должны работать с возможно малым рабочим давлением. Здесь указания изготовителя обязательны, так как превышение давления может легко повредить всю систему.

Растрированные и передаточные валики

Они имеют повышенное влияние на достигаемое качество печати. Их тонкая структурированная наружная поверхность поэтому не должна быть поврежденной. Дефектное место в резине передаточного валика становится точно так же заметно при печати, как и маленькое повреждение раstra на растрировании валике. С этими валиками поэтому нужно обращаться очень аккуратно.

Растрированные и передаточные валики должны в конце тиража или в конце рабочего дня тщательно смываться и чиститься, так как приохшая краска на одном из этих валиков легко может привести к повреждению резины передаточного валика, а остатки краски в углубленных ячейках растрированного валика забивают объем ячейки и тем самым уменьшают количество наносимой краски.

Новый резиновый валик имеет увеличенный диаметр, чтобы его можно было один или несколько раз перешлифовать.

Передаточный валик должен точно соответствовать растворяющим средствам, содержащимся в краске. Поэтому следует получить от поставщиков краски данные о растворяющих веществах. Если в печатной машине используются различные краски, то может стать необходимым также применение различной по качеству резины. Известно, что любые растворяющие вещества, содержащиеся в краске, действуют на резину передаточных валиков. Не существует абсолютно устойчивой резины против растворителей краски.

У растрированных валиков уже при ничтожном повреждении растрированной

поверхности невозможно ее исправление. Поэтому с ними рекомендуется осторожное, тщательное обращение. Это касается как хромированных, так и покрытых керамическим слоем растрированных валиков.

Растрированные валики должны храниться вымытыми, так как засохшая краска может повредить хромовый слой.

Чувствительнейшим устройством ракельной системы является без сомнения **ракельный нож**, и его повреждения проявляются в печати непосредственно.

Ракельный нож является типичной изнашивающейся деталью. При осциллирующем ракеле следует ухаживать за всеми его движущимися частями. Ощутимая «игра» приводит к полосам на печатных оттисках. Закрытые камерные ракели, которые делают осцилляцию излишней благодаря хорошему поперечному потоку краски, практически не требуют работ по их обслуживанию и содержанию в исправности.

Уход за электрооборудованием

Возрастающие требования к флексографской печатной машине приводят к постоянному увеличению объема ее оснащения. Это в особой мере касается электрооборудования. Затраты на возрастающую автоматизацию как в области исполнительных механизмов, так и в области микроэлектроники сильно возросли. Несмотря на миниатюризацию в области электронного управления, число пультов управления, которыми сегодня оснащаются флексографские печатные машины, значительно выросло.

Управляющие системы достигли сегодня уровня, при котором работы по обслуживанию и содержанию их в исправности практически отпадают (по меньшей мере, в области электроники). Но в машине стало необходимым в увеличенном объеме контроль за чувствительными элементами, микропереключателями, конечными выключателями, фотоэлементами, потенциометрами, накопительными счетчиками и т.п. Управляющие системы могут работать безупречно только тогда, когда безупречно работают чувствительные элементы. Поэтому следует обращать

внимание на то, чтобы чувствительные элементы вместе со своей проводкой могли функционировать безукоризненно. Загрязненные фотоэлементы, склеивающиеся микровыключатели надломившиеся провода и т.п. — причины ненадежной работы всей машины. Чистота в печатной машине является неперменной предпосылкой для безукоризненного производства.

В качестве электроприводов чаще всего используются двигатели постоянного тока с параллельным возбуждением, асинхронные трехфазные моторы переменного тока и шаговые двигатели. Потребность в обслуживании у них чрезвычайно мала.

В области приводов с регулированием частоты вращения сегодня почти исключительно применяются электродвигатели постоянного тока с параллельным возбуждением.

В дополнительных приводах, гидравлических агрегатах применяются почти исключительно трехфазные асинхронные моторы. В гидравлических приводах передаточных валиков становятся ненужными дополнительные приводы от печатных аппаратов. Для этого используются принадлежащие к гидравлическим агрегатам асинхронные двигатели.

Электромоторы оснащены, как правило, подшипниками качения, которые смазаны одноразовой густой смазкой долгосрочного применения. Особые смазочные работы или работы по обслуживанию здесь можно не выполнять. У моторов постоянного тока и коммутационных моторов следует обращать внимание на износ щеток.

Электромоторы, в особенности моторы со щетками, должны защищаться от накопления пыли, так как пыль вызывает преждевременный износ щеток, а ее накопление в коллекторе может привести к короткому замыканию и последующему возгоранию двигателя. Коллекторы должны время от времени чиститься. Во флексографии должно применяться электрооборудование только во взрывобезопасном исполнении. Контроль за ним и обслужи

вание регламентируются соответствующими инструкциями.

От пыли и грязи оберегают также предохранители и реле в шкафу управления. Системы вентиляции в шкафу управления не должны перекрываться, так как продув воздухом всего пульта управления необходим для удаления тепла. Поэтому должна проводиться еженедельная и тщательная чистка.

Много тепла выделяют регулируемые приводы постоянного тока, так как в них протекает очень большой ток, который приводит к существенному их нагреву.

Накапливание пыли в шкафу управления выводит из строя совершенную аппаратуру, потому что в современных системах привода (например, приводах постоянного тока) применяются тиристоры, значения сигналов которых при загрязнении могут меняться.

Сушильные устройства конвективного типа работают с обдувом и удалением воздуха, потоки которого создаются вентиляторами с электродвигателями трехфазного тока. Конструктивно очень просты и практически не нуждаются в обслуживании. Несмотря на это, необходимо и здесь избегать излишнего загрязнения, так как электродвигателям необходимо охлаждение. Слои грязи в любом случае препятствуют процессам охлаждения.

Современные флексографские печатные машины оборудованы многочисленными **вспомогательными** устройствами. К ним принадлежат устройства автоматического управления положением ленты по ее кромке, приборы для контроля натяжения ленты, насосы для циркуляции краски, регуляторы вязкости, счетные устройства, устройства для сшивания и многое другое. Все эти системы должны функционировать безукоризненно и технически обслуживаться в соответствии с инструкцией по эксплуатации машины, которая должна содержать и частные инструкции по техническому обслуживанию средств автоматизации.

ГЛАВА 2

ДВИЖЕНИЕ ЛЕНТОЧНОГО МАТЕРИАЛА И УПРАВЛЕНИЕ ПРИВОДКОЙ В ПРОЦЕССЕ ПЕЧАТИ

Процесс движения деформируемой ленты и качество печати находятся в тесной взаимосвязи. Это хорошо известно. Специалисту любого уровня следует точнее знать, как именно зависит качество печати от условий движения ленты в рулонной ротационной машине.

С движением материала в печатной машине связаны комплексные физические процессы. Опыт учит, что ошибок в обслуживании, появлении макулатуры и непродуктивных потерь времени можно избежать, если при оценке изображения исходить из того, что могло происходить и происходит с лентой запечатываемого материала при ее движении через рулонную ротационную машину. Чем больше печатная машина и чем длиннее путь ленты в печатной машине, тем больше возникает проблем, связанных с деформацией движущейся ленты, тем важнее знание о процессах, которые протекают в печатной машине или комплексном технологическом агрегате.

Флексографские печатные машины выпускаются преимущественно рулонными. Они работают с рулона на рулон или с рулона на листы. Запечатываемый материал подается в машину в виде ленты. Рулонной ротационной флексографской печатной машине необходимы многочисленные устройства, которые служат для стабилизации движения ленты.

В отдельных специальных случаях используются также листовые ротационные флексографские печатные машины, работающие с листа на лист. Качество многокрасочной печати зависит и в этом случае от точности транспортировки отдельных листов. В отличие от рулонных ротационных машин в листовых ротационных машинах запечатываемый материал проводится через машину практически без его натяжения. Во время взаимодействия систем захватов печатного аппарата и транспортной системы появляются или могут появиться

ошибки положения листов, что при многокрасочной печати приводит к непригодке.

В листовой машине стремятся к тому, чтобы система захватов двигалась очень точно относительно печатных аппаратов и чтобы листы захватами каждого из печатных цилиндров брались всегда в относительно одинаковой позиции «Точный захват за переднюю кромку листа», иначе появляются ошибки приводки и по длине, и в поперечном направлении.

Листовые ротационные флексографские машины имели и до сих пор имеют только очень ограниченное применение. Преобладающими являются рулонные ротационные флексографские машины, которые печатают на ленте. Для возможности выполнения всего комплекса технологических операций в машине лента должна быть натянутой. Растяжение ленты ведет к ее удлинению и это может вызывать отклонение в приводке.

Рассматривая рулонную флексографскую печатную машину, обращаем внимание:

- значительные затраты относятся к транспортировке ленты;
- многие устройства служат только для транспортировки ленты;
- достигаемое качество печати в большой мере зависит от устройств для проводки ленты, хотя они не влияют непосредственно на процесс печати.

Правильное движение ленты определяет такие существенные факторы качества, как:

- отсутствие складок, морщин и прямой по боковой кромке ход ленты;
- точность приводки технологических операций;
- постоянная длина запечатанного за цикл изображения (раппорта).

2.1. Элементы лентопроводящей системы

Элементами системы транспортировки ленты (проводки ленты) являются направляющие (лентоведомые), тянущие (ленто-ведущие), «плавающие» валики и поворотные штанги.

Направляющий (лентоведомый) валик

Направляющий валик служит для направления движения ленты. Он приводится во

вращение движущейся лентой и тем самым оказывает влияние на ее натяжение. Принципиально неизбежное трение в подшипниках направляющего валика приводит к тому, что сбегаящая лента материала, огибающего направляющий валик, находится под большим натяжением, чем ее набегающая часть (рис. 2.1). Валики, имеющие привод от машины, называются лентоведущими, и их можно рассматривать как тянущие аппараты (даже в том случае, если возникающие силы трения остаются малыми по причине ничтожного угла обхвата валика лентой).

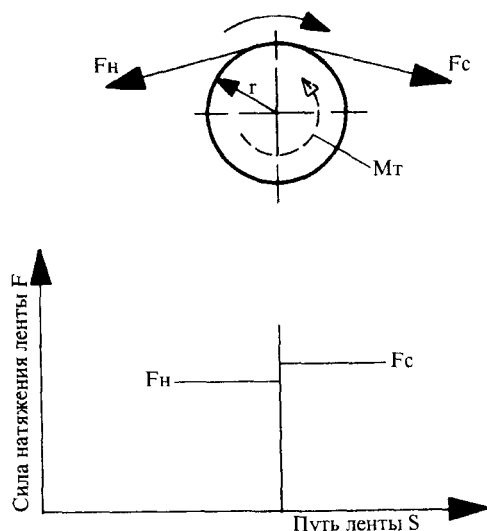


Рис. 2.1. Силы натяжения ленты при огибании ею направляющего валика. $(F_C - F_H)r - M_T = Idv/(rdt)$, где: F_H , F_C — силы натяжения набегающей и сбегаящей ветвей ленты; v — скорость движения ленты в направлении ее подачи; r — радиус направляющего валика; M_T — момент трения в опорах валика; $dv/dt=0$ при постоянной скорости движения ленты, тогда $M_T > 0$, $F_H < F_C$.

Момент трения подшипника M_T , направленный навстречу вращению направляющего валика, приводит к тому, что сбегаящая лента находится под воздействием большей по величине тянущей силы F_H , чем набегающая лента с тянущей ленту силой сопротивления F_C . Рис. 2.2 разъясняет действие системы направляющих валиков на изменение натяжения ленты*. Лента материала, со своей стороны, отвечает каждому скачку натяжения скачком растяжения.

Согласно этому менее жесткий и тонкий материал получает на направляющем валике относительно большой скачок растяжения, чем более толстый и более жесткий материал. Для практических целей из этого следует, что в многоцилиндровой флексографской печатной машине и особенно в многопозиционных флексографских машинах неприводка зависит от растяжения материала ленты.

Тянущий аппарат (лентоведущие цилиндры)

Активным элементом транспортировки ленты является тянущий аппарат. Он оказывает в направлении движения ленты тянущее действие на ленту и тем самым выполняет ее транспортировку. Тянущий аппарат может применяться как тянущий элемент, что и дало ему название, и как сдерживающий тормозящий элемент. На рис. 2.2 второй аппарат является тянущим, а первый — сдерживающим, но лишь для участка ленты между ними. Для предыдущего участка первый аппарат является тянущим, а для последующего участка (после второго аппарата) второй аппарат является «сдерживающим». Таким образом, любая лентоведущая пара для предыдущего участка является тянущей, а для последующего «сдерживающей».

Основное уравнение натяжения движущейся ленты

Путь движения ленты материала через печатную машину может разделяться на несколько участков системы транспортировки ленты. Транспортирование ленты в машине осуществляется совместными усилиями лентоведущих (тянущих) цилиндров (рис. 1.37-1.39) и цилиндров печатных аппаратов. Каждый участок системы транспортировки ограничивается входными и выходными сторонами тянущего аппарата. Транспортировка ленты на любом элементарном

* В рис. 2.2 редактором внесены дополнения: обозначены скорости $V_1=const$ и $V_2=const$, входные относительные удлинения ε_1 и ε_2 . Следует также отметить, что на этом рисунке график сил натяжения ленты F и ее относительного удлинения κ приведен для частого случая установившегося движения абсолютно упругой ленты при $V_2 > V_1$ (примеч. ред.).

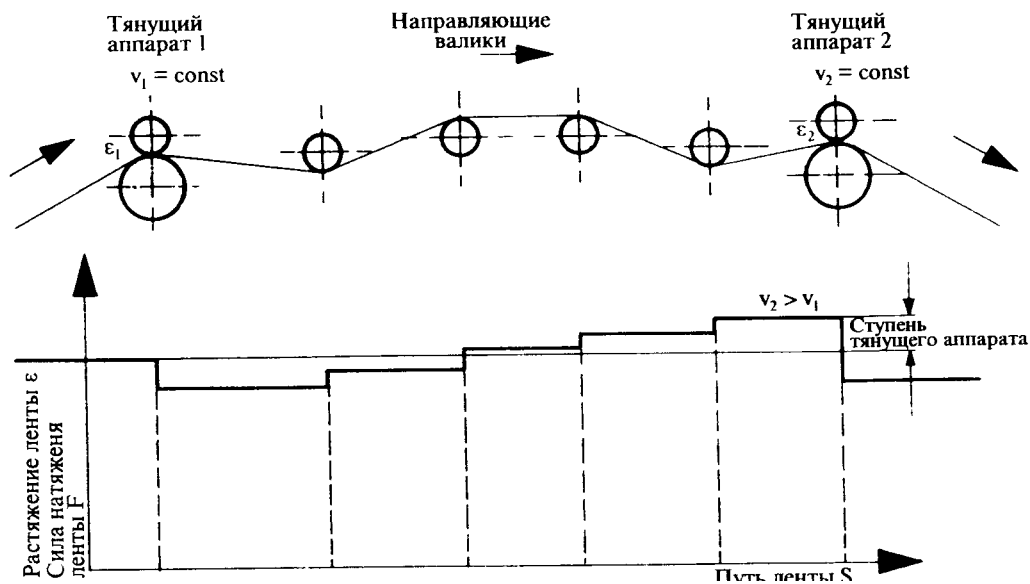


Рис. 2.2. Участок системы транспортировки ленты.

Изменение силы натяжения ленты F и ее относительное удлинение ε внутри участка системы транспортировки ленты с направляющими (лентоведомыми) валиками.

участке движения существенно определяется совместным действием обоих граничащих тянущих аппаратов.

Пытаться правильно объяснить движение ленты в рулонных машинах одними словами, без привлечения простейших уравнений и графиков — бессмысленное занятие.

Важные сведения о движении ленты могут быть получены из уравнения непрерывности механики, которое в общей форме имеет вид:

$$\operatorname{div}(pv) + \frac{dp}{dt} = 0.$$

Оно выражает закон сохранения массы: разность масс, втекающих и вытекающих из же масс входящих и выходящих из контрольного объема, равна изменению количества массы, имеющейся внутри контрольного объема. Применительно к движению абсолютно упругой ленты на любом участке ее движения из приведенного выше уравнения следует соотношение:

$$dL_0 = \frac{V_1 dt}{1 + \varepsilon_1} - \frac{V_2 dt}{1 + \varepsilon_2}, \text{ где } L_0 = \frac{L}{1 + \varepsilon_2}; \quad (2.1)$$

L — длина пути ленты между тянущими аппаратами (длина натянутой ленты),

V_1, V_2 — скорости предыдущего и последующего транспортирующих аппаратов, $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ — относительные удлинения ленты соответственно на входе в предыдущий (первый) и последующий (второй) аппараты.

Приняв среднюю скорость ленты равной скорости печати $V_{II} = \text{const}$, можно получить из последних двух соотношений приближенное дифференциальное уравнение движения ленты на произвольном участке:

$$\tau \frac{d\varepsilon_2}{dt} + \varepsilon_2 = \frac{V_2 - V_1}{V_1} + \varepsilon_1, \text{ где } \tau = \frac{L}{V_{II}}. \quad (2.2)$$

Для установившегося движения ленты

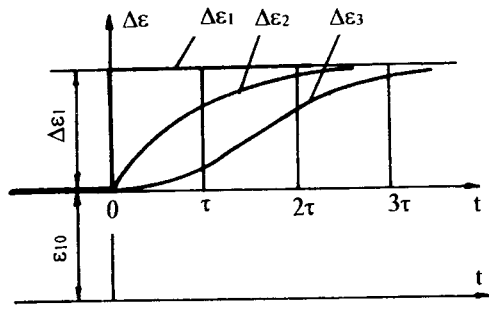
при $d\varepsilon_2/dt = 0$ и $\varepsilon_1 = \text{const} = \varepsilon_I^{ycm}$ из него

$$\text{получается: } \varepsilon_2^{ycm} = (V_I - V_2)/V_1 + \varepsilon_I^{ycm}. \quad (2.3)$$

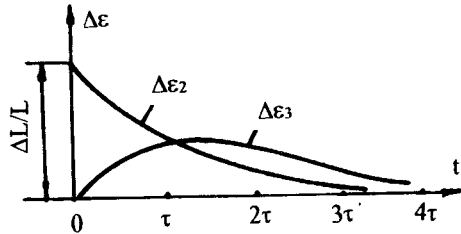
Если $V_1 = V_2$ то в установившемся режиме $\varepsilon_2^{ycm} = \varepsilon_I^{ycm}$.

На рис. 2.3,а показаны графики изменения относительного удлинения ленты на трех первых участках флексографской машины при $V_1 = V_2 = V_3 = V_{II}$ и скачкообразном изменении натяжения F , и относительного удлинения ε , перед первым печатным аппаратом. Из графиков следует что натяжение F_2 (и приращение относительного удлинения $\Delta\varepsilon_2$) при данном возмущении на входе изменяется монотонно

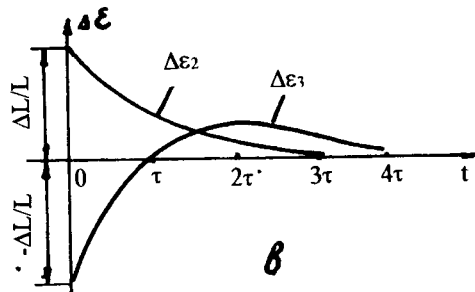
$$f_2 = \frac{f_1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega L}{V_n}\right)^2}} \quad (2.4)$$



a



б



в

Рис. 2.3. Процессы изменения деформаций ленты $\Delta \epsilon$ (и ее натяжения) при скачкообразных возмущениях: *a* — при изменении входного натяжения ленты (отн. удл. $\Delta \epsilon_1$),

б — при перестановке регистрового валика, *в* — при перестановке механизма фазового смещения цилиндров второго печатного аппарата.

и только по истечении времени $3\tau = 3L/V_n$ устанавливается равным натяжению F_1 а относительное удлинение — равным ϵ_1 . Из этого следует заключение о фильтрующих свойствах лентоведущих устройств: если натяжение F_1 , гармонически изменяется с частотой ω и амплитудой f_1 , то амплитуда f_2 натяжения F_2 , уменьшается в зависимости от частоты ω и величины пути ленты L :

На рис. 2.3,6 приведены графики* изменения относительного удлинения ленты на первых трех участках машины при скачкообразной перестановке регистрового валика (на участке между первым и вторым аппаратами), изменяющего путь L на величину ΔL , а на рис. 2.3,в — при скачкообразном изменении фазового положения цилиндров второго аппарата на величину $\Delta \phi = \Delta L/R$, где R — радиус цилиндров. Они построены в результате решения уравнения (2.2) при начальных условиях: при $t=0$,

$\Delta \epsilon_1 = 0, \Delta \epsilon_3 = 0, \Delta \epsilon_2 = \Delta L/L$ (график б)

и $\Delta \epsilon_2 = \Delta L/L, \Delta \epsilon_3 = -\Delta L/L$

(график в).

Если лента проявляет свойства ползучести (особенно тонкая бумажная лента после смазывания ее жидкой краской в печатных аппаратах), то натяжение ленты в установившемся режиме ее движения падает от секции к секции. После печати оно может быть повышено за счет некоторого повышения скорости транспортирующего устройства за печатной секцией машины (например, транспортирующих и одновременно охлаждающих ленту цилиндров на рис. 1.2, 1.3, 1.5). Разумеется, что термические воздействия на ленту в сушильном устройстве в зависимости от материала могут содействовать повышению ее натяжения после печати. Если с повышением температуры материал ленты размягчается и становится более ползучим, то сушильное устройство способствует понижению натяжения ленты на участке сушки. Подробнее эти явления рассматриваются в разделе 2.3.

Для печатника и технолога можно дать некоторые рекомендации**:

1. Нестабильный процесс с его отклонениями в раппорте и приводке протекает тем быстрее, чем быстрее разгоняется машина до скорости печати.
2. Корректировка приводки в многоцилиндровой машине имеет смысл после окончания процесса разгона машины.

* Рис. 2.3, б, в добавлены редактором (прим. ред.).

** Пункты 3 и 5 рекомендаций добавлены редактором.

3. В установившемся режиме печати очень быстрая регулировка натяжения ленты приводит к большим временным «выбросам» привода красок (см. рис. 2.16,а), которые при печати с рулона на рулон остаются необнаруженными. Поэтому в простых машинах с ручной регулировкой усилия торможения рулона эта операция должна выполняться не очень быстро.

4. Продолжительность переходных процессов зависит (при прочих равных условиях) от длины ленты в машине.

5. Переходные процессы при вязкоупругой ленте протекают немного быстрее, чем при абсолютно упругой ленте.

Как самостоятельный элемент транспортной системы выше упоминались «плавающие» валики. Они устанавливаются в качестве измерительного датчика* и всегда являются элементами регулирующей цепи. Плавающие валики устанавливаются в области размотки и намотки рулонов.

Плавающий валик должен занимать определенное положение. Каждое отклонение от этого заданного положения является сигналом о необходимости корректировки соответствующего исполнительного органа, вследствие чего начинается возвращение плавающего валика в заданное положение. Каждое его движение одновременно означает изменение сил натяжения ленты, потому что движение плавающего валика сопровождается динамическими силами, которые действуют дополнительно на ленту материала и, следовательно, не оставляют силы натяжения ленты постоянными. Кроме того, каждый плавающий валик неизбежно связан с трением, так что всегда может быть измерен гистерезис в силе натяжения ленты при изменившемся направлении движения плавающего валика. Имеются также плавающие валики, которые оборудованы дополнительно демпферами для того, чтобы они работали устойчиво. Это не является, само

* Кроме функции датчика натяжения ленты, «плавающий» валик выполняет задачу компенсации периодического избытка или недостатка ленты на соответствующем участке движения ленты, выполняя функцию амортизатора С точностью до сил инерции он обеспечивает постоянство натяжения ленты, а задача регулятора заключается в обеспечении реверсивного «плавания» валика в заданной области (примеч. ред)

собой разумеется, очень удачной мерой, так как при этом гистерезис увеличивается. Для оценки плавающего валика можно обратить внимание на следующие критерии:

- объем накопителя ленты плавающего валика;
- воздействие инерции массы плавающего валика на натяжение ленты;
- воздействие трения в подшипниках плавающего валика;
- изменения сил натяжения ленты, обусловленные геометрией плавающего валика;

-устройства для дополнительного нагружения транспортной системы ленты

Рис. 2.4 показывает два плавающих валика обычного вида. Рычажный плавающий валик на рис. 2.4,а находит очень широкое применение. Он может на основе своей простой конструкции выгодно применяться, когда его максимальные отклонения малы. При больших значениях корректировки геометрия проявляется отчетливо отрицательно, потому что изменяются как действующее плечо сил, так и одновременно направление ленты и тем самым обе линии действия сил натяжения запечатываемой ленты F .

Рис. 2.4,б показывает параллельные «ножничные» плавающие валики. Оба плавающих валика 1 и 2 движутся навстречу друг Другу, так что масса плавающего валика G_1 на силу натяжения ленты F (статическую) не влияет. Сила натяжения ленты F определяется односторонней силой нагружения плавающего валика G и равна $G/4$. Этот плавающий валик целесообразен при больших его перемещениях, так как действующая геометрия при корректировках не изменяется. Чтобы изменить силу натяжения ленты F , можно изменить массу G . В противоположность рычажному плавающему валику на сх. а изменение силы натяжения ленты F достигается в результате перемещения двух грузов. Большая эффективность плавающих валиков возможна тогда, когда при параллельных «ножничных» плавающих валиках большая часть усилия нагружения валика задается дополнительно пневматическим поршнем, а сами валики имеют возможно меньшую массу.

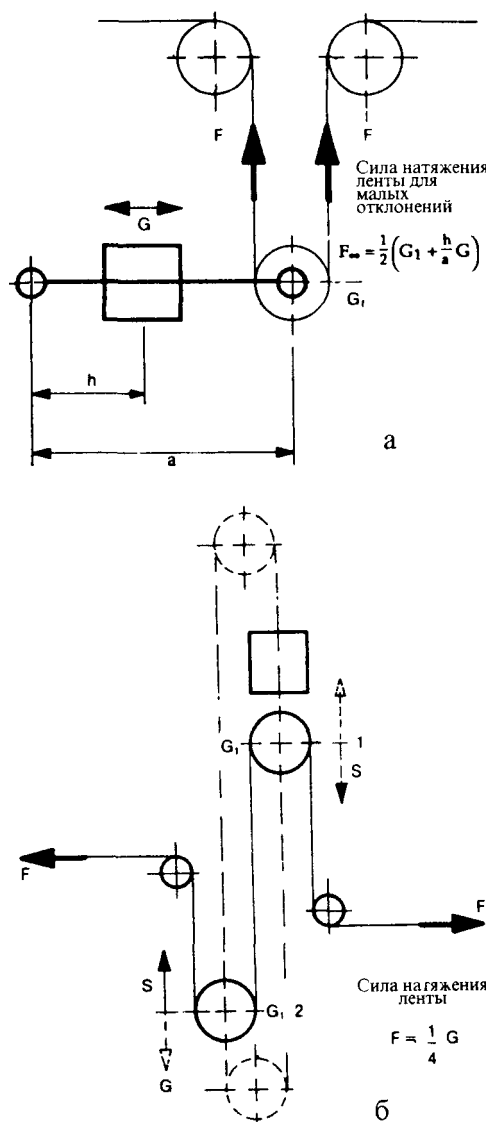


Рис 2 4 Схемы плавающих валиков
а — рычажный плавающий валик с массой G ,
б — параллельные ножничные плавающие валики

Участки системы транспортировки ленты

Система транспортировки ленты внутри стандартной флексографской печатной машины, многоцилиндровой или одноцилиндровой, может разделяться, в сущности, на пять участков (рис. 2.5):

I участок размотки: от разматывающего рулона до первого входного тянущего аппарата;

II участок входа: от первого входного тянущего аппарата до входа в печатные аппараты;

III участок обработки: от входа в печатные аппараты до вспомогательного вывода из печатных аппаратов;

IV участок вывода: от вспомогательного вывода печатных аппаратов до заднего выводного тянущего аппарата;

V участок намотки: от последнего (выводного) тянущего аппарата до наматываемого рулона.

Отдельный тянущий аппарат не создает никакого натяжения ленты. Натяжение ленты возникает лишь благодаря совместному действию по меньшей мере двух тянущих аппаратов.

Флексографские печатные машины при изменении скорости

В многоцилиндровых флексографских печатных машинах могут наступать видимые смещения приводки и отклонения раппорта при изменениях скорости. Планетарная флексографская печатная машина с большим центральным зубчатым колесом, диаметр делительной окружности которой равен диаметру печатного цилиндра, не знает проблем с приводкой и смещением раппорта не только при изменении скорости машины, но и при существенно переменном натяжении ленты на входе в печатную секцию. Правда, если планетарная секция агрегатирована с другими технологическими блоками, то и здесь могут возникнуть проблемы с точным совмещением последующих технологических операций по отношению к многокрасочному оттиску на ленте. Кроме того, в планетарных машинах могут возникнуть ошибки в приводке из-за слишком большой разницы в натяжении ленты во входной и выходной областях, которая может вызвать проскальзывание ленты на общем печатном цилиндре.

Колебания в приводке и раппорте в многоцилиндровых машинах флексографской печати могут объясняться тем, что при изменениях скорости меняется и натяжение ленты. Это имеет свои причины. Одной из них является инерционность направляющих валиков (приводимых во вращение лентой) и переменное трение в их подшипниках. Даже после разгона машины некоторое время могут продолжаться крутильные колебания этих валиков.

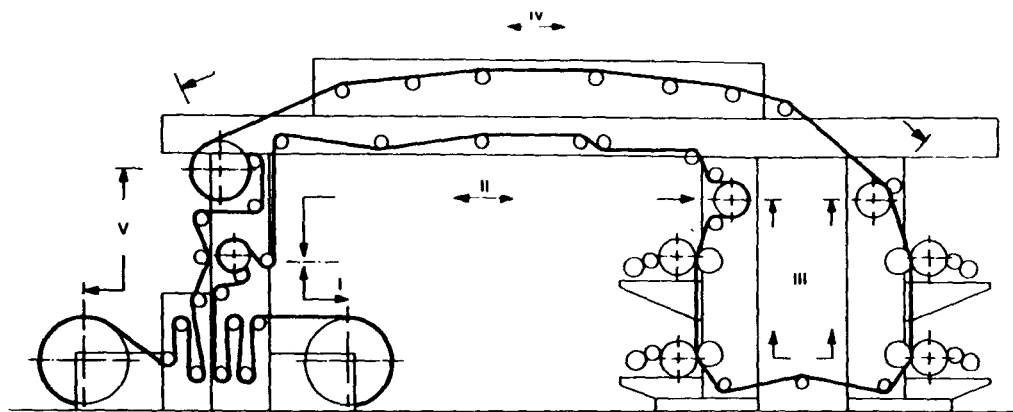


Рис. 2.5. Участки системы транспортировки ленты в многоцилиндровой флексографской печатной машине.

Изменение в приводе красок во флексографских машинах связано также с ползучестью материала ленты, которая на большой скорости успевает развиться в меньшей степени, чем при малой скорости.

Регулирование силы натяжения ленты

Как упоминалось, сила натяжения ленты* выбирается в зависимости от материала. Она зависит как от податливости материала, так и от его поперечного сечения, а также от биения радиуса рулона. При кратковременном движении ленты через печатную машину проявляется лишь часть ползучести материала. На участке до первого печатного аппарата, например, бумажную ленту вообще можно смело считать упругой.

В табл. 2.1 для различных материалов приведены опытные значения силы натяжения* запечатываемой ленты, при этом в отдельных случаях в зависимости от качества материала ленты они не могут считаться абсолютно приемлемыми. В ней приведены расчетные формулы и значения эмпирического коэффициента k . Значения удельной плотности W [г/м²] бумаги и картона, а также толщины материала S и его ширины b должны быть установлены в лаборатории или взяты из паспортных данных конкретной партии материала»

* Имеется в виду среднее значение колебаний натяжения ленты (примеч. ред.).

2.2. Установившаяся (статическая) неприводка красок**

Как уже упоминалось в гл. 1, для изготовления упаковки применяются комплексные скоростные рулонные агрегаты, имеющие в своем составе печатные секции (иногда даже различных способов печати, чаще всего флексографского и глубокого) и секции послепечатной отделки упаковочного материала (тиснения, каширования, лакирования и др.). Чаще всего ленточный полуфабрикат для изготовления упаковки сматывается в рулон и в таком виде поставляется заказчику. Иногда лента разрезается в поперечном направлении и полуфабрикат выпускается в виде листов.

Все последовательно выполняемые операции должны точно совмещаться, в противном случае выпустить продукцию хорошего качества невозможно.

Точность совмещения операции должна быть высокой, например, неприводка красок, последовательно налагаемых друг на друга не должна превышать 0,1 мм. В настоящее время шести-семикрасочная печать становится обычной в производстве высококачественной упаковки, хотя чаще всего применяется печать четырьмя красками. Совмещение операций с такой точностью является сложной технической задачей, особенно при высокой скорости обработки упаковочного материала (выше 5 м/с).

** Разделы 2.2 и 2.3 написаны и добавлены в российское издание редактором

Таблица 2.1

Значения сил натяжения ленты F [Н]			
В зависимости от материала, ширины b [см] и массы w [г/м ²] — бумага, картон		лен или толщина s [мм] пленки	
Расчеты по формуле $F[H]=0,001 \cdot [H] \cdot [b] \cdot [w] \cdot [s] \cdot [k]$ где $[H]$ — коэффициент, зависящий от материала: • для бумаги и картона $[H]=0,001$ • для пленки $[H]=0,002$ • для фольги $[H]=0,003$			
Печатный материал		Специфический для материала фактор k	
		$[H \cdot \text{см}] / (b \cdot \text{см})$	$[H / (\text{мм} \cdot \text{см})]$
Бумага картон		30-50 30-50	
Полиэтилен Полипропилен ПУС(поливинилхлорид) Полиамид Полиэстер Целлофан Алюминиевая фольга	LDPE HDPE PP OPP очень мягкий мягкий твердый		7 17 11 30 4 15- 30 40- 70 70-150 35 30- 70 40- 100
Пример: а) для LDPE- пленки: $f_s=25$ см, Омк, $F=(, б) для s=2 I$ бумага! $1.001 \cdot 125 \cdot 7 \cdot 20 = 17$ $w=80$ г/м ² , $F 5$ Н ной ленты: $=560-600$ Н. $= b=150$ см,			

В этой связи знание причин неприводки красок (и других операций) и физической сущности явлений, вызывающих ее, необходимо для специалистов различного уровня (рабочих, техников, инженеров-технологов и наладчиков агрегатов).

Ползучесть запечатываемого материала

Это свойство запечатываемого материала является главной причиной появления в процессе обработки ленты постоянной, установившейся неприводки красок (в дальнейшем мы не будем добавлять «и других технологических операций», полагая это само собой разумеющимся). Под ползучестью материала понимают его свойство изменять свои размеры во времени при постоянной нагрузке. Из этого не следует, что при переменной нагрузке ползучесть не проявляется; просто при постоянной нагрузке она легко обнаруживается. Ползучесть

в той или иной мере проявляют все упаковочные ленточные запечатываемые материалы (полиэтиленовая пленка, алюминиевая фольга, свежезапечатанная бумага и др.). Этот процесс на бумаге проявляется сложно, и именно поэтому на примере этого материала мы рассмотрим влияние ползучести на неприводку красок. Ползучестью «сухой» бумажной ленты (не смоченной жидкой краской) при рулонной печати можно вполне обоснованно пренебречь и на участке движения между рулоном и первым печатным аппаратом считать ее абсолютно упругой. Действительно, если к ленточному образцу бумаги длиной l_0 , шириной b и толщиной δ приложить постоянное усилие $F=const$ (рис. 2.6,а, вверху), то в ее поперечном сечении возникает напряжение растяжения $\sigma=F/\delta b$. График нагружения $\sigma(t)$ показан также на рис. 2.6,а. Возникшее в момент времени

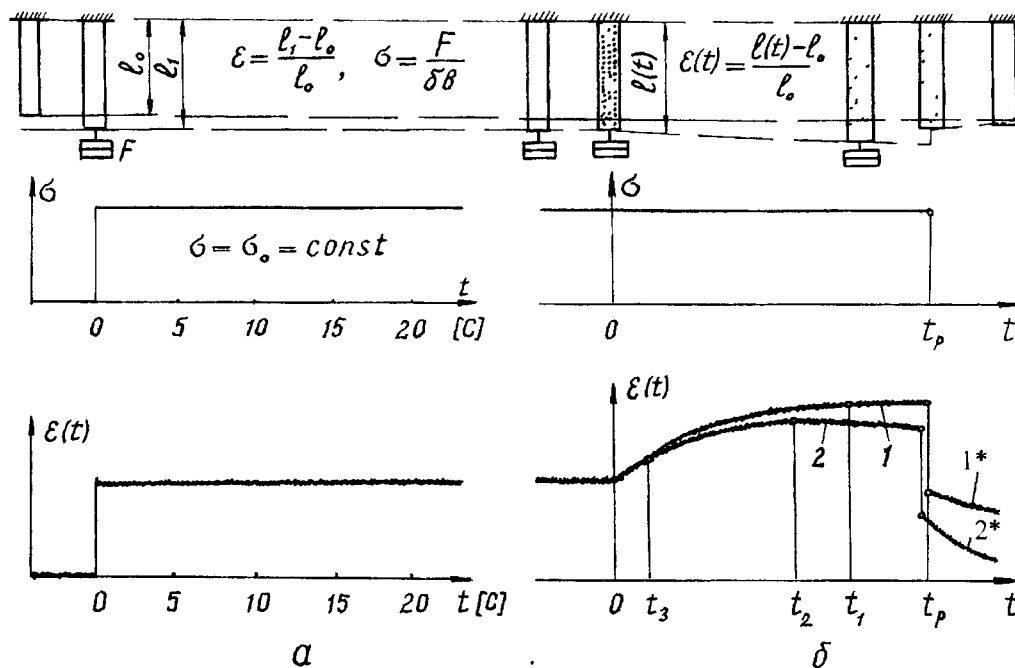


Рис. 2.6. Схема нагружения ленты и график ее деформаций:
а — «сухая» бумажная лента, б — та же лента с нанесенной на нее жидкой краской.

В момент времени $t=0$ относительное удлинение ленты $\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0}$ остается неизменным (неразличимым среди погрешностей измерительной и записывающей аппаратуры) в течение достаточно длительного времени (рис. 2.6,а, внизу).

Совсем по-другому ведет себя ленточный образец бумаги, если под постоянной нагрузкой в момент времени $t=0$ (рис. 2.6,б) его слегка обрызгать флексографской краской. Разумеется, такое воздействие оказывается утрированным, но качественно очень наглядным (количественные исследования необходимо проводить с движущейся лентой на специальном приборе).

График нагружения $\sigma(t)$ и увеличения во времени относительного удлинения ленты при таком воздействии на нее также показан на рис. 2.6,б. Начиная с момента времени $t=0$ (с момента смачивания бумаги жидкостью) ее относительное удлинение возрастает и по истечении времени t , устанавливается постоянным (и остается постоянным в течение некоторого промежутка времени). Время t , установления процесса ползучести зависит от величины постоянной нагрузки $\sigma = \text{const}$ и разновидности

бумаги ($t \approx 6-20$ с). Качественно кривая 1 на этом отрезке времени напоминает экспоненту. Если в момент времени $t=t_1$, нагрузку снять, то упругая составляющая мгновенно уменьшается, а затем деформация (часто называемая в технической литературе эластической) монотонно уменьшается (кривая 1*) со скоростью, зависящей от скорости испарения растворителя краски.

Если одновременно со смачиванием (или несколько позже) к ленте подводится тепловая энергия, то процесс идет по кривой 2. Достигнув максимума, относительное удлинение монотонно уменьшается, а после разгрузки ленты идет по кривой 2*. Если тепловое воздействие интенсивно, то кривая 2* быстро убывает и может пересечь горизонтальную ось координат. Это говорит о том, что из-за перегрева лента дала усадку и ее влагосодержание стало меньше, чем первоначальное (при «сухой» ленте).

Разумеется, при скоростной рулонной печати ползучесть никогда не успевает развиваться полностью. В зависимости от скорости печати и длины проводки ленты в машине время движения ленты может

составить от 1 до 15с; последняя цифра относится к глубокой печати, при которой из-за необходимости сушки оттисков каждой краски путь ленты самый большой. На рис. 2.6,6 (внизу) это время обозначено через l (офсетная и флексографская печать). Однако, как будет показано ниже, даже очень малое проявление ползучести запечатываемой ленты может привести к существенной несправке красок.

Такие материалы, как полиэтилен и алюминиевая фольга, не впитывающие краску, сами по себе проявляют некоторую ползучесть, причем их сушка может привести, наоборот, не к усадке материала, а к увеличению ползучести из-за изменения его свойств при повышенной температуре.

Процесс ползучести при ступенчатом разгрузении материала

Рассмотрим качественную картину поведения ленты при последовательном ступенчатом разгрузении материала. Этот пример позволит в дальнейшем легче понять физическую сущность установившейся

движения материала через печатные секции рулонной машины и выявить физическую сущность установившейся несправки красок. Схема нагружения ленты показана на рис. 2.7,а, график изменения напряжений в ней — на рис. 2.7,б. Если в момент $I=0$ «сухую» бумажную ленту натянуть силой F , то, как и в предыдущем случае, возникшее ее относительное удлинение ϵ , остается практически постоянным до момента $I=l$, когда на нее наносится распыленная жидкая краска (рис. 2.7,в). С этого момента бумажная лента начинает ползти, и если бы нагрузка в дальнейшем оставалась неизменной, то мы наблюдали бы процесс (кривая ABC), изображенный на рис. 2.6,6. Если в момент времени t_p снять один из трех одинаковых грузов, то в этот же момент относительное удлинение ленты скачком уменьшится на одну треть своей упругой составляющей и процесс ползучести $\epsilon(t)$ пойдет менее интенсивно (кривая B_1C_1). Если затем в момент t_{p2} снять последний груз, т.е. полностью разгрузить ленту, то упругая

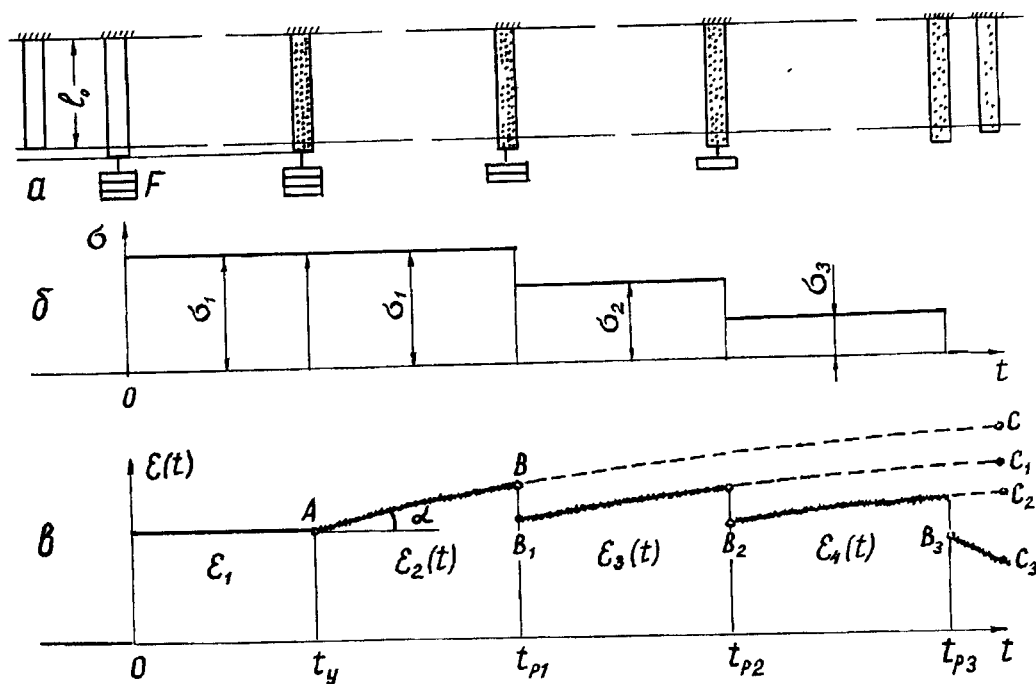


Рис. 2.7. Процесс ползучести смачиваемой бумажной ленты при ступенчатом уменьшении ее натяжения:

а — схема нагружения ленты,
б — график напряжений,
в — график относительного удлинения ленты.

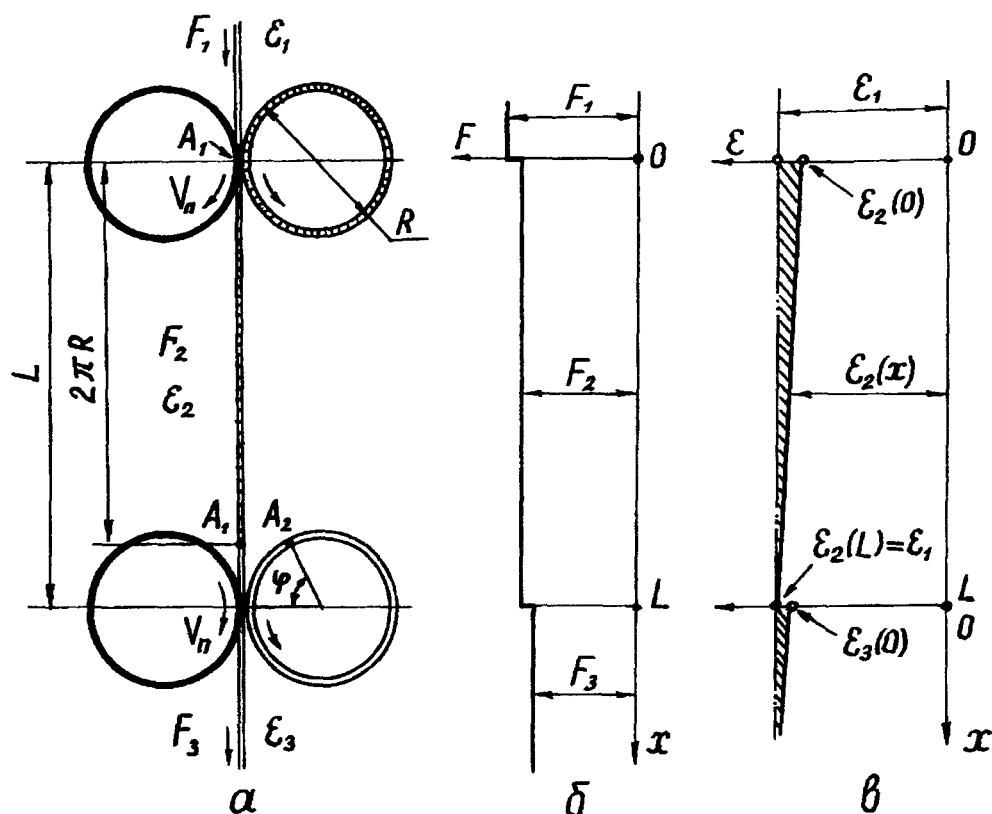


Рис. 2.8. Установившийся процесс движения вязко-упругой ленты:

а — схема двух соседних печатных аппаратов,

б — график натяжения ленты,

в — график относительного удлинения ленты.

составляющая исчезнет полностью, а процесс восстановления эластических деформаций (B/C) будет зависеть от интенсивности испарения растворителя краски. Качественно эта картина падения натяжений от секции к секции и деформаций ленты наблюдается при ее движении в рулонной машине.

Для возможности нормального движения ленты в машине и выполнения всего комплекса технологических операций она должна быть натянутой. В аспекте неприводки красок процессы после полного раз-грузки ленты уже не представляют интереса, так как к моменту выхода ее из машины все краски уже запечатаны.

Можно представить себе вариант более сложного мысленного эксперимента, при котором в момент времени t , u и i на ленту «напыляется» дополнительно краска Другого цвета. Если представить себе течение

этих простых процессов, то в дальнейшем легко представить сущность установившихся процессов в движущейся ленте при многокрасочной печати.

Установившееся движение ленты в многосекционном рулонном агрегате

Сначала подробно рассмотрим установившееся движение ленты лишь в первых двух печатно-красочных секциях флексо-графской машины. Если натяжение ленты на входе в первый печатный аппарат постоянно, то условие правильной наладки двух соседних печатных аппаратов на точное совмещение красок при абсолютно упругой ленте очевидно из схемы на рис. 2.8,а:

$$L = 2\pi Rn + \varphi R = R(2\pi n + \varphi), \quad (2.5)$$

где $n = 0, 1, 2, \dots$ — целое число (для схемы на рис. 2.8 величина $n=1$), L — путь ленты

между соседними контактными зонами, (p — фазовое смещение цилиндров второго аппарата по отношению к цилиндрам первого аппарата).

Действительно, чтобы точка A_1 , отпечатанная первой краской, во второй контактной зоне точно совпала с соответствующей точкой L , второй формы, необходимо фазовое смещение рформных цилиндров второго аппарата увязать с длиной отрезка $(b-2lp)$, а именно: длина дуги $R(p)$ должна быть равной величине этого отрезка.

Из уравнения (2.5) очевидны два способа устранения неприводки красок: или же путем изменения параметра L (с помощью регистровых валиков) или же путем изменения параметра φ (с помощью специальных технических средств в кинематической цепи привода, соединяющего цилиндры соседних печатных аппаратов).

Если же лента не является абсолютно упругой, а проявляет свойство ползучести, то в аппаратах, налаженных по условию (2.5), будет иметь место статическая ошибка регистра (статическая, установившаяся неприводка красок S''). В этом случае условие правильной наладки имеет вид:

$$L=2\pi Rn+\varphi R-S''_{21} \text{ или } \varphi = \frac{L-2\pi Rn+S''_{21}}{R}. \quad (2.6)$$

Если лента является вязко-упругой (обладает свойством ползучести), то ее относительное удлинение будет возрастать по мере движения ленты от первого аппарата ко второму. Каковы же его значения непосредственно на выходе из первого и входе во второй аппарат? Из условия непрерывности ленты можно записать равенство количества ленты, входящего в единицу времени At в межсекционный участок L и выходящего из него (под количеством ленты понимается ее масса или длина в ненапрянутом состоянии, которая получается из формулы относительного удлинения ленты, приведенной в начале раздела):

$$\frac{V_{II} \Delta t}{1+\varepsilon_1} = \frac{V_{II} \Delta t}{1+\varepsilon_2(L)},$$

где Up/L — длина натянутой ленты, v/f — скорость печати, e , — относительное удлинение ленты на входе в первый аппарат, $J^{\wedge}(L)$ — относительное удлинение ленты на входе во второй аппарат.

Отсюда следует: в установившемся режиме работы машины относительные удлинения ленты непосредственно на входах в печатные аппараты равны между собой: $E_y(B)=e$.

Обозначим относительное удлинение ленты в начале участка (непосредственно на выходе из первого аппарата) через $E^{\wedge}(O)$. Очевидно, что $J^{\wedge}(O)<J^{\wedge}(L)$. Так как ползучесть не развивается мгновенно, то для упругой составляющей можно воспользоваться законом Гука, известным из средней школы: $\sigma_1=E\varepsilon_1$, и $(T^{\wedge}=EE^{\wedge}(O)$, где σ_1 и σ_2 — напряжения в ленте на предыдущем участке движения ленты и на участке L . Разделив почленно эти два уравнения, получим:

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{E\varepsilon_2(O)}{E\varepsilon_1} \text{ или } \sigma_2 = \sigma_1 \frac{\varepsilon_2(O)}{\varepsilon_1}. \quad (2.7)$$

Так как $E^{\wedge}(O)<e$, то из уравнения (2.7) следует: $\sigma_2<\sigma_1$, т.е. при запечатывании вязко-упругой ленты ее натяжение (напряжение в ней) понижается от секции к секции.

Графики натяжения и относительного удлинения ленты показаны на рис. 2.8,б,в. Величина статической неприводки красок равна условной площади, заштрихованной на рис. 2.8,в. Это утверждение можно математически строго обосновать, однако здесь такое обоснование не представляется уместным, а специалисты с высшим образованием могут при необходимости ознакомиться с ним в монографии [2].

Возвращаясь к рис. 2.7,в, отметим, что меру ползучести ленты на участке AB (приближенно считая отрезок AB прямой линией) может характеризовать угол α . Уравнение прямой в системе координат с началом в первом печатном аппарате будет иметь вид:

$$\varepsilon_2(t)=\varepsilon_2(0)+tg\alpha \cdot t, \quad 0 \leq t \leq L/V_{II}.$$

Подставив в это уравнение $t=f=L/V_{II}$ и учитывая, что $e^{\wedge}(m)=e$, из него найдем неизвестную величину $e_2(0)$ относительного удлинения вязко-упругой ленты (рис. 2.8,в) непосредственно на выходе из первого аппарата:

$$\varepsilon_2(0)=\varepsilon_1 - \frac{Ltg\alpha}{V_{II}}. \quad (2.8)$$

Так как $e_i = \dots$, то с учетом этого путем подстановки (2.8) в общее выражение (2.7) после несложных алгебраических преобразований можно прийти к простой формуле для расчета натяжения ленты на участке L:

$$\sigma_i = \sigma_l - \frac{LE}{V_n} \operatorname{tg} \alpha \text{ или } F_i = F_l - \frac{LE}{V_n} b \delta \operatorname{tg} \alpha. \quad (2.9)$$

Отметим, что из-за упрощения, связанного с заменой участка кривой ползучести прямой линией, эта формула справедлива лишь при $V/V_n > 0,3$ м/с, а при меньших скоростях печати, например при заправочной скорости, ею пользоваться нельзя. Из простой формулы (2.9) следует: натяжение ленты на последующем участке меньше, чем на предыдущем и зависит 1) от параметров технологического процесса (входного натяжения ленты F и скорости печати V), 2) от параметра машины L , 3) от параметров запечатываемого материала $b, S, E, \operatorname{tg} \alpha$. При этом, чем больше путь ленты L и меньше скорость печати V , тем больше все указанные параметры материала ленты, тем меньше натяжение ленты (рис. 2.8,6) на последующем участке ее движения.

Как уже отмечалось, величина статической неприводки красок равна условной площади заштрихованного треугольника на рис. 2.8,в:

$$S_{21}^{\text{ст}} = \left[\varepsilon_i - \varepsilon_i(0) \right] \frac{L}{2} = \left[\varepsilon_i - \left(\varepsilon_i - L \frac{\operatorname{tg} \alpha}{V_n} \right) \right] \frac{L}{2}.$$

После сокращения получается простая формула, позволяющая рассчитать величину установившейся неприводки красок:

$$S_{21}^{\text{ст}} = \frac{L^2 \operatorname{tg} \alpha}{2V_n}, \quad V_n > 0,3 \text{ м/с}. \quad (2.10)$$

Из нее видно, что статическая неприводка красок тем больше, чем больше путь ленты между секциями, чем меньше скорость печати и чем большую ползучесть (чем больше $\operatorname{tg} \alpha$) проявляет запечатываемая лента. Величина $\operatorname{tg} \alpha$ имеет размерность [1/с].

Эти простые формулы из [6] можно обобщить на машину любой красочности и записать их в форме ($V/V_n > 0,3$ м/с) [6]:

$$F_m = F_l - \frac{LE}{V_n} b \delta \sum_{i=2}^m \operatorname{tg} \alpha_i, \quad S_{m1}^{\text{ст}} = \frac{L^2}{2V_n} \sum_{i=2}^m \operatorname{tg} \alpha_i.$$

Пример. Примем, что ползучесть материала мала и $\operatorname{tg} \alpha = 2 \cdot 10^{-3}$ [1/с], а путь $L = 500$ [мм]. Если при скорости печати 1 м/с сделать точную приводку красок, а затем перейти на рабочую скорость печати 4 м/с, то по формуле (2.10) можно рассчитать величины $S_{21}^{\text{ст}}$ для обеих скоростей печати и затем найти их разность, которая дает величину $\Delta S_{21}^{\text{ст}}$ неприводки красок, снова появляющуюся после выхода машины на скорость печати 4 м/с:

$$\begin{aligned} \Delta S_{21}^{\text{ст}} &= \frac{L^2 \operatorname{tg} \alpha}{2} \left(\frac{1}{V_{n1}} - \frac{1}{V_{n2}} \right) = \\ &= \frac{0,25 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{2} \left(1 - \frac{1}{4} \right) \approx 0,19 \cdot 10^{-3} [\text{м}] = 0,19 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Приблизительно можно считать, что при 4- и 6-красочной печати она будет пропорциональна увеличению пути ленты, т.е. будет больше соответственно в 3 и 5 раз:

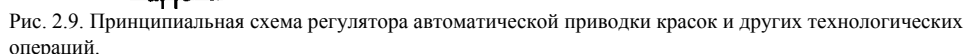
$$\Delta S_{41}^{\text{ст}} \approx 3 \cdot \Delta S_{21}^{\text{ст}} = 3 \cdot 0,19 = 0,57 \text{ мм},$$

$$\Delta S_{61}^{\text{ст}} \approx 5 \cdot \Delta S_{21}^{\text{ст}} = 0,95 \text{ мм}.$$

2.3. Регулирование продольной приводки красок и других технологических операций

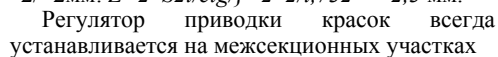
Как уже упоминалось выше и как это следует из формул (2.5) и (2.6), неприводка красок может быть устранена двумя способами: или же изменением параметра L , или же изменением параметра p . Первый способ проще реализуется конструктивно, однако может быть использован лишь в линейных агрегатах (рис. 1.5, см. валик, который можно перемещать червячной парой для изменения пути ленты в направлениях, показанных стрелками), а также в комбинированных линиях (рис. 1.49-1.51), в которых регистровый валик устанавливается после сушильного устройства секции многокрасочной флексографской печати и позволяет сделать приводку между красками, ранее отпечатанными в предыдущей многокрасочной секции флекспечати, и красками, впечатываемыми дополнительно в последующих секциях глубокого способа печати или других технологических операций (тиснения, вырубки, штанцевания, выборочного лакирования, резки на листы и др.).

На рис. 2.9 приведена принципиальная схема двух соседних печатных аппаратов (1ПА и 2ПА), величина пути ленты между



В многокрасочных ярусных флексографских секциях (см., например, рис. 1.2, 1.3, 1.7 и 1.10), агрегатированных по вертикали из однотипных печатно-красочных модулей (рис. 1.11-1.14), а также в планетарных секциях (рис. 1.4, 1.8) используют устройства, изменяющие фазовое положение (р формных цилиндров. Это связано как с конструктивными трудностями компоновки регистровых валиков на малом пути ленты между соседними печатно-кра-сочными модулями, так и с отмарыванием свежезапечатанной краски (без ее окончательной сушки) на этих валиках. Простейшее из таких устройств (позволяющих выполнять приводку красок без остановки машины) с ручной регулировкой показано на рис. 2.10. На нем обозначено: Г, 1" — печатные цилиндры, 2 — вал, на котором закреплены два приводных косозубых зубчатых колеса 4, одно из которых имеет левый, а другое правый наклон зубьев, 5 — гайки для торцевого крепления вала 2 и регулировки его вручную в осевом направлении (по стрелке Z), 3', 3", 6', 6" — зубчатые колеса печатных цилиндров, 7 — зубчатые колеса формных цилиндров, 8', 8" — флексографские формы, а 9', 9" — формные цилиндры.

Путем перемещения вала 2 в направлении Z достигается поворот печатных цилиндров Г, 1" и связанных с ними соответствующих формных цилиндров 9', 9" относительно друг друга на угол $\Delta\varphi$, равный



линейных флексографских машин (рис. 1.5) и на машинах глубокой печати, в которых из-за большого пути ленты между соседними секциями, жидких красок (сильно влияющих на ползучесть бумажной ленты) и термических воздействий (сушильное устройство имеется в составе каждой печатной секции) при отсутствии автоматического управления приводкой красок всегда будет недопустимая неприводка красок. В машинах флексографской и офсетной печати чаще используется ручное или же дистанционное кнопочное управление, выполняемое печатником. Это позволяет несколько уменьшить расходы на приобретение оборудования, но приводит к некоторому увеличению отходов бумаги при подготовке машины к печатанию тиража, в процессе пуска и остановки машины. Кроме того, напряженность труда печатников также увеличивается.

В комбинированных машинах со встроенными секциями глубокой печати путь ленты в каждой из них составляет около 5 метров. Нетрудно подсчитать, какую неприводку красок получим, если дополнительно к 4 краскам флексографской печати добавить две краски глубокой печати. Именно поэтому в секциях глубокой печати всегда необходим регулятор автоматической приводки красок. В ярусных секциях односторонней флексографской печати из-за малости величин L удастся обойтись ручным или полуавтоматическим управлением. При этом целесообразно принять во внимание, что промежуточная межсекционная сушка оттисков (всегда необходимая при печатании жидкими красками) также существенно сказывается на изменении деформационного состояния запечатываемого материала, особенно бумажной ленты.

В машинах планетарного типа (рис. 1.4, 1.8) величина свободного пути ленты $L=0$. Тогда из формулы (2.10) следует: $S^* = 0$. Именно поэтому эти машины позволяют печатать очень точно.

Изложенное выше позволяет объяснить простыми формулами причину невозможности современными техническими средствами устранить неприводку красок по обеим кромкам ленты одновременно, хотя

формы изготовлены и смонтированы на цилиндрах очень точно, без перекосов. Дело заключается в том, что существующие устройства продольной приводки изменяют или параметр L , или параметр ϵ , на одну и ту же величину по ширине ленты. Если, например, ближе к одной боковой кромке печатаются насыщенные элементы изображения, а ближе к другой боковой кромке находится много

«светлых»; мест (пробелов), то статическая неприводка красок (из-за различной ползучести ленты по ее ширине) будет различной в одном и том же поперечном сечении ленты. В лучшем случае печатнику удастся уменьшить эту неустранимую полностью величину в два раза, распределив ее поровну с противоположными знаками между левой и правой кромками ленты.

В заключение перечислим основные причины неприводки красок и других технологических операций, логично вытекающие из рассмотренных выше формул: изменение скорости печати, режимов работы красочных аппаратов и сушильных устройств, изменение входного натяжения ленты, колебания параметра L , вызываемые биениями направляющих валиков на межсекционных участках, колебания параметра sr , вызываемые случайным перебором зазоров в приводах с зубчатыми колесами, и отклонения параметров материала (толщины и модуля упругости ленты) от их номинальных значений.

Само собой разумеется, что неточности изготовления и монтажа форм на формных цилиндрах должны быть добавлены к перечисленным выше причинам.

2.4. Регулирование движущейся ленты в боковом направлении

Соответствие оттиска оригиналу по оптической плотности и точное совмещение их в продольном направлении не являются исчерпывающими показателями его качества. Последовательно наносимые краски на оттиске должны точно совпадать друг с другом и в поперечном направлении. Если направляющие и тянущие валики (в том числе печатные и формные цилиндры) установлены без перекосов, то однажды выровненная в боковом направлении

лента достаточно долго (на достаточно длинном отрезке своего пути) движется далее стабильно (без серьезных отклонений в боковом направлении).

Поэтому для приводки красок в боковом направлении **перемещают формные цилиндры** в этом направлении, приняв за базу положение одного из них. Экономически оправданным до сих пор является ручное или полуавтоматическое (с помощью электродвигателя) управление боковой приводкой красок.

Задача автоматических регуляторов бокового положения ленты заключается в обеспечении ее стабильного (без недопустимых отклонений ленты из стороны в сторону по ширине машины) положения перед входом в первый печатно-красочный аппарат и перед намоткой ее в рулон, а в комбинированных машинах — и перед входом ленты в соответствующий технологический блок машины. Эта задача в рулонных печатных машинах, в том числе флексографских, решается путем бокового **перемещения ленты** относительно блока рабочих органов.

Наибольшее распространение получило регулирование по боковой кромке (регулирование с измерением положения боковой кромки ленты). Часто датчики устанавливают по обеим кромкам ленты, задача регулятора в этом случае — не допускать смещения ленты в сторону от положения, ограниченного этими датчиками. Однако имеются регуляторы, которые поддерживают постоянной одну сторону ленты относительно стенки машины. Как уже отмечалось, регуляторы бокового положения ленты могут устанавливаться непосредственно после разматывающего устройства или же перед первой печатной секцией, а в случае большого пути ленты на этом участке — и там, и там. Кроме того, такой регулятор устанавливается перед намоточным устройством или же в самом намоточном устройстве.

Датчики бокового положения ленты

Одним из элементов регулятора является датчик положения боковой кромки. Замеренное датчиком значение сравнивает

ся с заданным номинальным положением боковой кромки ленты, а затем в соответствии с величиной разности фактического и номинального положения кромки регулятор устраняет появившееся по тем или иным причинам отклонение боковой кромки.

Давно разработаны унифицированные блоки регуляторов различных технологических процессов. Задача проектировщика этих систем заключается в выборе типовых элементов, их комплектowaniu в единую систему регулирования (в зависимости от индивидуальных свойств объекта регулирования) и расчете параметров ее настройки из условия устойчивости, быстродействия и точности регулирования.

Для контроля за боковой кромкой используются пневматические, гидравлические, оптические, фотоэлектрические или комбинированные датчики.

Из числа фотоэлектрических датчиков чаще всего используются фотоэлементы, реагирующие изменением тока в их цепи при изменении их освещенности. В последнее время используются инфракрасные фотоэлементы, устойчивые к световым помехам. По сравнению с пневматическими и гидравлическими датчиками фотодатчики являются практически безынерционными (быстрореагирующими) элементами. Однако они имеют и недостаток — чувствительны к загрязнениям и должны быть защищены от них. В этом смысле пневматические датчики имеют преимущество. Механический датчик (шуп) может быть использован в том случае, если кромка ленты жесткая и прочная (например, кромка картонной ленты).

Гидравлический датчик так же прост, как и пневматический.

В усилительных и исполнительных механизмах также используется пневматика, гидравлика и электромеханика. Из электродвигателей предпочтение отдается двигателям постоянного тока.

Простейшим пневматическим датчиком является струйно-мембранный датчик. Он представляет собой сопло малого диаметра, в которое подается сжатый воздух, и полый цилиндр, дно которого представляет собой мембрану, а верхняя крышка имеет отверстие с диаметром,

равным диаметру внутреннего отверстия сопла. Сопло установлено напротив отверстия в мембранном цилиндре с зазором, большим толщины ленты. Если это отверстие полностью перекрыто лентой, то сжатый воздух не попадает в полость цилиндра. Если же лента сместилась в боковом направлении, то отверстие хотя бы частично не перекрывается лентой и сжатый воздух попадает в полость цилиндра; давление в ней повышается, из-за чего мембрана прогибается вниз. Например, в релейных регуляторах прогнута мембрана замыкает электрические контакты и включает двигатель, который перемещает ленту до тех пор, пока она не перекроет отверстие. Тогда сжатый воздух из сопла перестанет попадать в полость мембранного цилиндра, давление в нем уменьшится, центр мембраны снова поднимется вверх, разомкнет контакты и выключит двигатель перемещения ленты. В результате с заданной точностью кромка ленты вернется к своему номинальному положению. Точность регулирования зависит (при прочих равных условиях) от диаметра отверстия и зазора между центром мембраны и электрическими контактами. Такой датчик может быть использован не только для релейного, но и для непрерывного регулирования: чем меньше перекрыто отверстие цилиндра, тем больше сжатого воздуха попадает в полость цилиндра, тем больше в нем давление и тем больше перемещение центра мембраны вниз. Разумеется, в этом случае мембрана воздействует не на электрические контакты, являющиеся релейным элементом, а на соответствующее звено непрерывного действия. Чувствительность датчика зависит (при прочих равных условиях) от жесткости мембраны.

Поворотные реверсивные устройства (исполнительные механизмы) бокового регулирования движущейся ленты

В боковом направлении ленту на участке после размотки можно смещать путем перемещения рулона вдоль его оси. Устройства для такого смещения просты и будут рассмотрены далее.

Для бокового смещения непосредственно самой ленты используются реверсивные

поворотные устройства. Они выполняются в виде рамы с параллельными направляющими валиками, а сама рама установлена с возможностью ее реверсивного поворота в плоскости движения ленты относительно оси O (рис. 2.11), перпендикулярной осям валиков. Центр поворота O должен находиться на расстоянии a , зависящем от максимальной ширины ленты. Проводка ленты по направляющим валикам (вид сбоку) показана на рис. 2.11,а.

Такая система вызывает несимметричное распределение натяжения по ширине ленты (рис. 2.11,в). Предельно возможный поворот рассчитывается из условия, чтобы величина то натяжения по одной из кромок не была равной нулю, а на противоположной кромке величина F натяжения не превышала разрывного усилия. Поэтому рассматриваемая система может устранять боковые смещения ленты в пределах до 10 мм.

Другая конструкция поворотной рамы для бокового регулирования движущейся ленты показана на рис. 2.12. Точка поворота O находится между валиками рамы. Благодаря большой высоте прямоугольной петли ленты (рис. 2.12,а) боковые кромки ленты растягиваются незначительно и симметрично (рис. 2.12,в). Как показывает опыт, величина L между верхними валиками должна быть больше трети ширины ленты.

Регулирование положения рулона

Конструктивно устройство для регулирования положения рулона проще. Трудности связаны с большой инерционной массой рулона. Время регулирования в конце процесса разматывания (при малой массе рулона) может быть существенно меньше времени регулирования в начале процесса разматывания нового рулона.

На рис. 2.13 приведена схема регулирования положения боковой кромки ленты путем смещения разматываемого рулона вдоль его оси. Датчик бокового положения ленты закреплен на станине на участке за направляющим валиком (чтобы расстояние от датчика до плоскости ленты не зависело от радиуса рулона).

На рис. 2.14 показана схема ровной намотки рулона. В этом случае датчик закреплен перед направляющим валиком

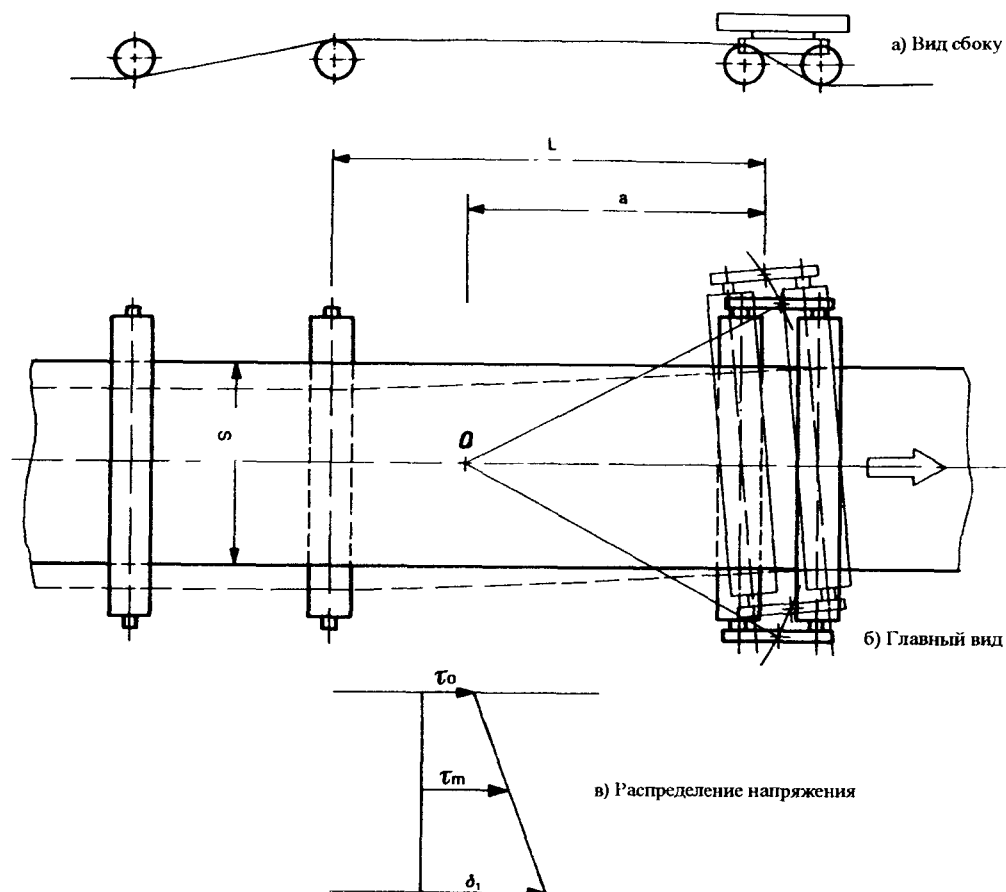


Рис. 2.11. Система управляющих роликов и подвижных шин (рам).

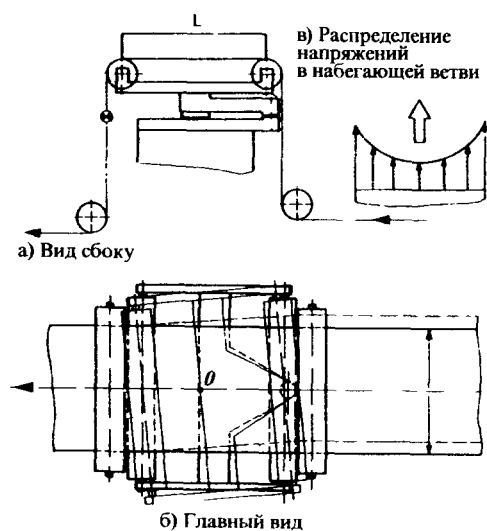


Рис. 2.12. Система «Офсет-Пивот-Гуиде» — следящие ролики и поворотные рамы.

не на станине машины, а на раме, которая вместе с рулоном может перемещаться в боковом направлении.

При заправке ленты и проводке ее через машину системы автоматического регулирования боковой привошки отключаются. Если эти системы не имеют второго контура «грубого» регулирования, т.е. автоматического регулирования первоначальной настройки лентопроводящей системы, то грубая наладка выполняется вручную (или полуавтоматически двигателями), после чего включается одноконтурная точная система автоматического регулирования боковой кромки ленты.

На рис. 2.15 показаны принципы искусственной «остановки» движущегося оттиска на ленте, позволяющие визуально контролировать качество печати без остановки машины.

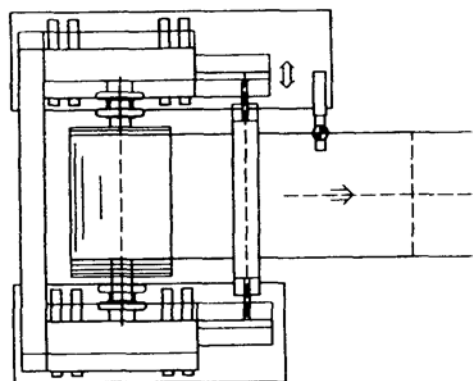


Рис. 2.13. Регулирование бокового положения лент датчиком, жестко закрепленным на станине.

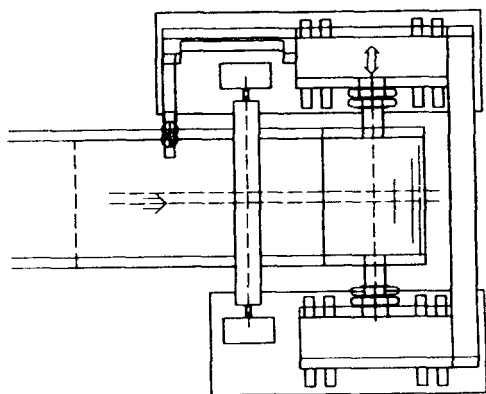


Рис. 2.14. Регулирование бокового положения ленты датчиком, закрепленным на смещающейся шпиндельной раме.

2.5. Кинетика процессов нарушения продольной приводки красок*

В предыдущих разделах выявлена физическая сущность установившейся (статической) неприводки красок. Неустановившиеся процессы существенно сложнее, и их подробное рассмотрение не входит в задачу данной книги. Поэтому ограничимся примером двух процессов (без их математического обоснования), изображенных на рис. 2.16. На сх.а представлен график переходного процесса неприводки 1 и 2-й красок, вызванной скачкообразным изменением натяжения ленты перед печатной секцией (ярусной или линейной машины) на постоянную величину ΔF , которому

* Разделы 2.5, 2.6 и 2.7 написаны и добавлены в российское издание редактором (прим. ред.).

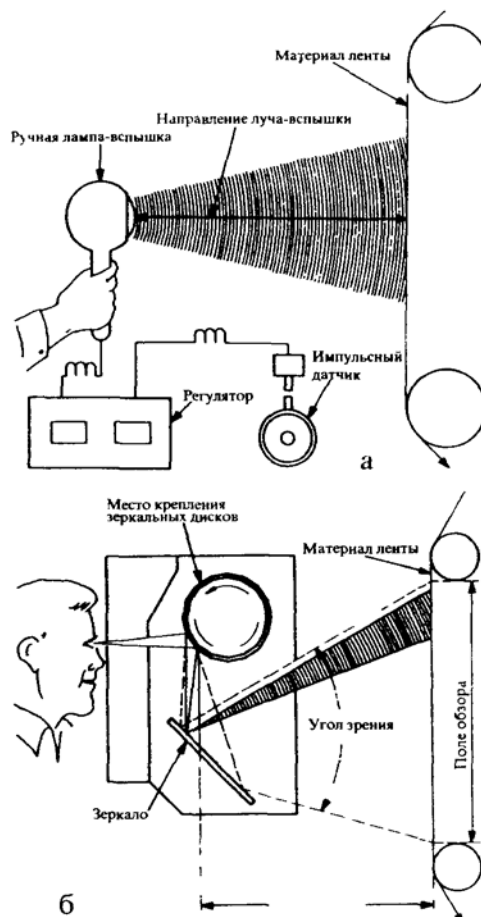


Рис. 2.15. Визуальный контроль за приводкой красок и качеством печати без остановки машины: а — принцип стробоскопического наблюдения ленты, б — непрерывное наблюдение ленты с помощью вращающегося зеркального многогранника.

соответствует скачкообразное изменение относительного удлинения ленты на величину ΔE .

Если лента вязко-упругая (обладает свойством ползучести и релаксации напряжений), то неприводка первой и второй красок при этом возмущении резко возрастает до максимальной величины, а после за-печатывания ленты длиной L (через время $T=L/v$) по экспоненте уменьшается до постоянной величины S' . Если лента абсолютно упруга (не проявляет свойств ползучести), то неприводка красок при этом возмущении имеет исчезающий характер (статическая неприводка равна нулю: $S';'' = 0$). При этом величина пика отклонения приводки первых двух красок равна:

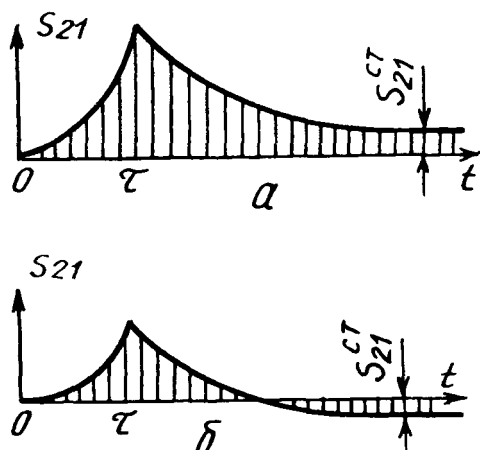


Рис 2.16. Графики процессов неприводки первых двух красок, вызываемой скачкообразным изменением входного натяжения ленты (а) и резким изменением подачи краски в ва-ликовом (дукторном) красочном аппарате (б).

$$S_{21}^{\max} = \frac{L \Delta \varepsilon_1}{e}, \text{ где } \Delta \varepsilon_1 = \frac{\Delta F_1}{E \delta b},$$

E, δ, b — модуль упругости, толщина и ширина ленты, e — основание натуральных логарифмов ($e=2,71828$).

Соответствующие кривые 5j/ и 84/ качественно имеют такой же характер, однако максимальные пиковые отклонения в приводке красок имеют место при $t=2r$ и $3t$ м при упругой ленте равны:

$$S_{21}^{\max} = \frac{4L \Delta \varepsilon_1}{e^2} \text{ и } S_{41}^{\max} = \frac{13,5L \Delta \varepsilon_1}{e^3}.$$

Пример. Пусть $L=300$ мм, а величина $Ae=0,0015$, т.е. скачок относительного удлинения ленты составил всего 0,15%. Нетрудно подсчитать, что в этом частном случае $S_{21}''=0,16$ мм, $S_{41}'''=0,24$ мм, $S_{57}''=0,30$ мм. Во флексографских линейных машинах так же, как и в машинах глубокой печати, путь L имеет величину порядка 5 м, т.е. в 16 раз больше, чем в ярусных секционных машинах. Следовательно, в 16 раз будут больше соответствующие максимальные всплески и статические неприводки красок. Этот пример еще раз объясняет, почему в машинах последнего типа не удастся обойтись без автоматического регулирования продольной приводки красок.

Если входное натяжение FI ленты изменяется не скачком, а относительно плавно,

например, по экспоненте, то соответствующие кривые неприводки красок имеют не пиковую, а закругленную вершину. При этом, чем более плавно изменяется входное натяжение ленты, тем меньше максимум кривых. В частности, монотонное медленное изменение натяжения ленты (при постоянном тормозном моменте) по мере разматывания рулона вообще не приводит к существенной неприводке красок, даже если натяжение упругой ленты в конце и начале процесса разматывания (при наибольшем и наименьшем его радиусах) отличаются в 5-10 раз. Такой перепад сказывается лишь на статической неприводке красок при печатании на вязко-упругом материале.

На рис. 2.16,б показан переходной процесс неприводки двух первых красок, вызванный скачкообразным изменением толщины краски, подаваемой валиковым красочным аппаратом при печати жидкими красками на тонкой впитывающей бумаге. Этот фактор (изменение режима работы дукторного красочного аппарата) менее значим, так как максимальный пик почти на порядок меньше, чем в предыдущем случае изменения входного натяжения ленты.

2.6. Многокрасочная рулонная печать в два прогона

В тех случаях, когда на 4-красочных машинах необходимо дополнительно впечатать другие краски или же выполнить выборочное лакирование оттисков, ранее отпечатанный рулон снова устанавливается в машину (или агрегат послепечатной отделки продукции). В этом случае при первом краскопрогоне необходимо как можно точнее выдерживать постоянство раппорта (длины каждого оттиска). Для этого необходимы условия: 1) первый краскопрогон должен быть выполнен по возможности с постоянным натяжением ленты, 2) машина должна иметь датчик контроля положения меток красок первого прогона, 3) машина должна иметь в составе лентопитающего устройства механизм управления натяжением ленты, работающий в соответствии с показаниями датчика контроля меток.

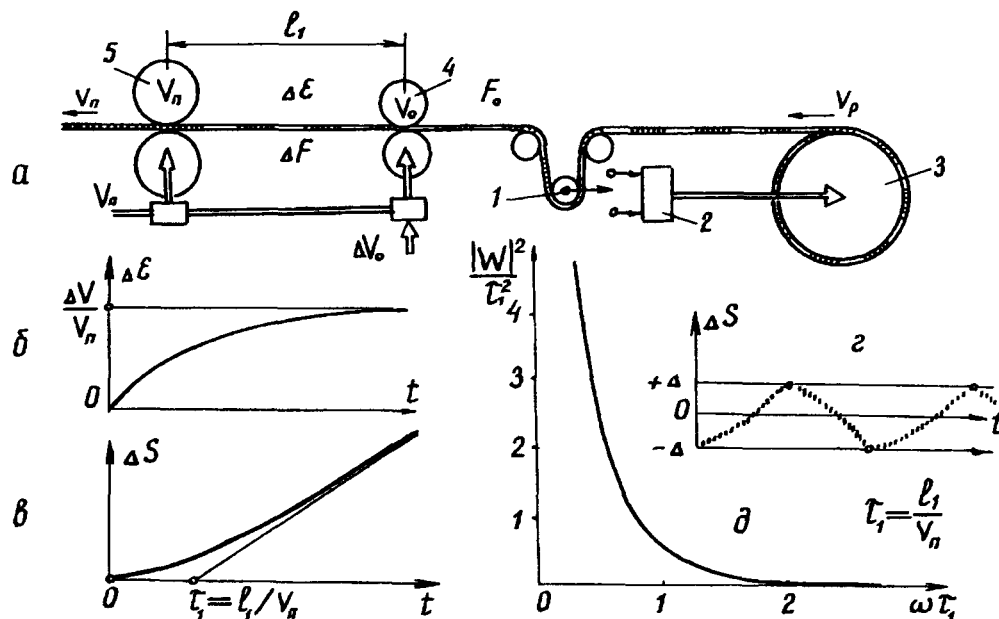


Рис. 2.17. Процесс «впечатывания»:

а — технологическая схема,

б — переходная функция приращений относительного удлинения предварительно запечатанной ленты,

в — переходная функция первой «впечатываемой» краски,

г — процесс неприводки красок при релейном управлении,

д — частотная характеристика объекта управления (канала «относительное изменение скорости подачи ленты — неприводка первой впечатываемой краски»).

Пример такого устройства дан на рис. 117,а, на котором обозначено: 1 — плавающий валик, 2 — регулятор положения плавающего валика, 3 — рулон с ранее запечатанной лентой, 4 — дополнительная ленто-товедущая пара, окружную скорость которой можно изменять на величину ΔV_0 , 5 — первый печатный аппарат машины.

Если в установившемся режиме печати скорости V_n цилиндров 5 и пары 4 постоянны, но различны ($V_n > V_0$), то дополнительное удлинение ленты (по отношению к ее удлинению на участке после рулона, т.е. перед парой 4) на участке l_1 равно (см. выше раздел 2.1):

$$\Delta \epsilon \approx \frac{V_n - V_0}{V_0} \approx \frac{V_n - V_0}{V_n}$$

Из этой формулы очевидно, что управлять натяжением ленты на участке l_1 (т.е. дополнительно несколько уменьшать или увеличивать размер ранее отпечатанного оттиска) можно путем изменения ΔV_0 скорости V_0 .

Переходная функция дополнительного изменения относительного удлинения ленты $\Delta V_0 / V_n$ изображена на рис. 2.17,б и имеет

вид экспоненты с постоянной времени $T_i = l_1 / V_n$. Например, если скачком уменьшить скорость V_g на постоянную величину $\Delta V_u = \text{const}$, то увеличение натяжения ленты будет происходить постепенно и через время $3T_i$ приращение относительного удлинения ленты составит величину $\Delta V_u / V_n$. При этом величина ΔS несовмещения между новой и ранее отпечатанными красками будет со временем непрерывно увеличиваться.

Процесс релейного управления продольной приводкой впечатываемой краски происходит следующим образом. Датчик замеряет величину ΔS неприводки (по соответствующим меткам, просматриваемым фотоголовкой), и если новая метка не совпадает с ранее отпечатанной, например, опережает ее, то натяжение ленты на участке l_1 надо уменьшить (т.е. увеличить скорость V_n на величину ΔV_n). Тогда смещение между метками начнет уменьшаться, постепенно перейдет нулевое значение, новая метка может начать отставать от старой и в зависимости от зоны нечувствительности

датчик регистрирует недопустимое смещение в противоположную сторону и подает команду на увеличение скорости V_y . Процесс релейного регулирования привода при впечатавании с точностью ± 4 показан на сх.г.

При изменении скорости V_y изменяется положение плавающего валика 1. Для регулирования его положения (чтобы он при перемещениях не выходил за пределы крайнего верхнего и нижнего положений) предусматривается релейный регулятор 2, изменяющий тормозное усилие рулона 3 и, следовательно, его скорость V_p . Если валик 1 дошел до верхнего положения, то надо увеличить скорость V_p , т.е. уменьшить тормозной момент. Если валик дошел до крайнего нижнего положения, то надо уменьшить скорость рулона, т.е. увеличить его тормозной момент. С точностью до сил инерции валика 1 натяжение ленты на участке перед парой 4 остается постоянным и равным половине массы валика 1 (если он дополнительно нагружен пружиной или пневмоприводом, то это усилие суммируется с силой веса валика).

На рис. 2.17л дан график нормированной частотной характеристики данной системы лентоведущих цилиндров 4 и 5, связанных приводом и лентой (канала «неприводка красок — разность натяжений ленты при первом и втором краскопрогонах»).

Аналогично происходит управление приводкой ранее отпечатанных красок относительно других технологических операций (например, тиснения, резки на листы и др.).

2.7. Оценка качества узлов машины по критерию допустимой неприводки красок

Неприводка красок — результат воздействия нескольких факторов, и по оттиску трудно судить о том, какой конкретной причиной она вызвана. Поэтому в возникающих периодически дискуссиях на эту тему между изготовителями машин и их потребителями первые считают основной причиной возможное нарушение технологических режимов печати и качество запечатываемого материала, а вторые — возможное нарушение технических параметров изготовления машин и то же качество запечатываемого материала.

Ниже излагается методика определения той доли неприводки красок, которая вызывается переменным натяжением F полотна на выходе из лентопитающего устройства при установившемся режиме работы машины. Обозначим через $с_{гц}$ среднеквадратичное отклонение доли неприводки между первой и k -й красками ($k = 2, 3$), вызываемой переменным входным натяжением ленты, а через $DiK = c^2_{гц}$ — ее дисперсию. Эта величина (наравне с показателем надежности работы без обрывов ленты и с нормальной его автоматической склейкой) может быть критерием качества лентопитающего устройства.

В основе методики — хорошо разработанная теория стационарных случайных процессов, исчерпывающей характеристикой которых является их спектральная плотность $S(\omega)$, т.е. плотность распределения дисперсии. Частотное представление случайного процесса удобно тем, что связь между входным и выходным случайными процессами объекта описывается довольно простой формулой:

$$S_{вых}(\omega) = S_{вх}(\omega) / W(\omega)^2, \quad (2.11)$$

где $W(\omega)$ — частотная характеристика того или иного объекта, $W(\omega)^2$ — квадрат модуля этой характеристики, $S_{вх}(\omega)$ и $S_{вых}(\omega)$ — спектральные плотности случайных процессов соответственно на входе и выходе этого объекта.

Дисперсия случайного процесса рассчитывается путем интегрирования спектральной плотности по формуле:

$$D = \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) d\omega. \quad (2.12)$$

Для практического применения этой теории необходимы формулы или графики функции $W(\omega)$ и, конкретно описывающие тот или иной объект. Функция $W(\omega)$, связывающая между собой по формуле вида (2.11) спектральную плотность $S_c(a)$ относительного удлинения e полотна на выходе из лентопитающего устройства и спектральную плотность неприводки между первой и k -й красками $S_{нпр}((k))$, вызываемой случайным изменением

натяжения F (для бумаг, обладающих незначительной ползучестью), имеет вид:

$$|W_{jk}(\omega)|^2 = \frac{V_n^2}{\omega^2} \left\{ 1 + \frac{1 - 2[A_k \cos(k-1)\omega\tau + B_k \sin(k-1)\omega\tau]}{(1 + \omega^2 \tau^2)^{k-1}} \right\}, \quad (2.13)$$

где $T=1/\omega$, $UП$ — скорость печати, L — путь ленты между печатными секциями.

Переменные коэффициенты A_k, B_k в этой формуле даны в табл. 2.2.

Таблица 2.2

	2-Красочная	4-красочная	5-красочная	6-красочная
к	2	4	5	6
А»	1	$1 - \frac{1}{2} \tau^2 \omega^2$	$1 - \frac{1}{2} \tau^2 \omega^2$	$1 - \frac{1}{2} \tau^2 \omega^2$
Вк	(ВТ)	$< \frac{1}{2} \tau^2 \omega^2$	$4 < \frac{1}{2} \tau^2 \omega^2$	$5 < \frac{1}{2} \tau^2 \omega^2$

На рис. 2.18 приведены графики функций $|W_{jk}(\omega)|^2$, построенные с использованием табл. 2.2 и формулы (2.13). Теоретические графики и формула (2.13) хорошо согласуются с экспериментальными результатами их проверки, что дает основание рекомендовать их и описываемую методику для практического использования (с 85%-й достоверностью результата).

Суть методики заключается в следующем. Замеряют и записывают на магнитную ленту процесс изменения ее натяжения F на выходе лентопитающего устройства. Обработав случаи изменения натяжения при максимальном, среднем и минимальном радиусах рулона, находят спектральные плотности $S(\omega)$. Одновременно проводят лабораторные испытания бумаги на растяжение при нескольких фиксированных частотах ее гармонического нагружения относительно среднего заданного уровня натяжения полотна, причем обязательно на наиболее мощной частоте ω_m , соответствующей максимуму спектральной плотности натяжения, и на частотах, соответ-

ствующих максимуму кривых на рис. 2.18. В итоге лабораторных испытаний бумаги определяют для каждой частоты средний условный модуль упругости E , * ленты и рассчитывают спектральную плотность $S_e(\omega)$ входного ожосительного удлинения ленты по формуле:

$$S_e(\omega_i) = \frac{S_F(\omega_i)}{E \cdot \delta b}.$$

Затем по формуле $S^m = Se((\omega) l w, c((\omega) l^2$ находят спектральную плотность неприводки S_{κ}^{\wedge} между первой и κ -и красками

$$(\kappa=1, 2, \dots), \text{ а по формуле } \sigma_{\kappa} = \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} S_{\kappa}(\omega) d\omega}$$

определяют ее среднеквадратичное отклонение. Сопоставляя эту величину с допустимой величиной $[cm_{ae}]$, делают заключение о качестве лентопитающего устройства. Если $c_{2,\kappa} > [cm_{ae}]$ то одна из серьезных причин неприводки красок обнаружена и необходимо обследование элементов устройства (измерение биений рулона, направляющих валиков, проверка параметров регулятора натяжения ленты и т.д.). Если $c_{2,\kappa} \leq [cm_{ae}]$ то можно считать, что устройство работает нормально.

Для однокрасочных рулонных машин, в которых необходимо точно печатать изображение заданной длины l , т.е. поддерживать постоянным раппорт (например, машины для печати диаграммных приборных лент), функция $|W^{\wedge}(a)|^2$, связывающая между собой спектральную плотность отклонения A действительного размера l от его номинального значения l_0 и спектральную плотность относительного удлинения ленты на выходе из лентопитающего устройства, имеет следующий вид:

$$|W_a(\omega)|^2 = 2 \frac{V_n^2}{\omega^2} \left(1 - \cos \omega \frac{l_n}{V_n} \right).$$

График нормированной частотной харак-

теристики Γ теристики ρ', Γ «л / R для оценки привода

соседних печатных секций в функции безразмерного аргумента ωm приведен на рис. 2.19. Для его применения необходимы статистические данные измерений фазовых колебаний A_{ϕ} цилиндров последующего аппарата по отношению к цилиндрам

* Митрофанов В.П. Статистический анализ стационарного движения ленты в печатных секциях рулонных машин // Печатные машины Вып 2 М. МПИ, 1982 С 3-12

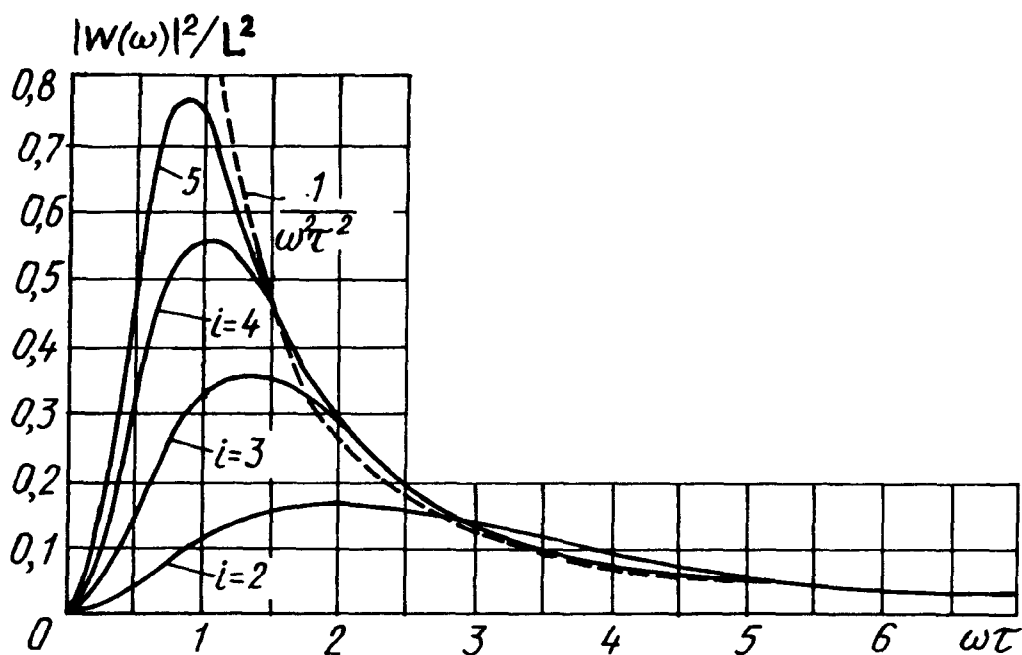


Рис 2.18. График нормированной частотной характеристики канала «входное относительное удлинение ленты (перед первым аппаратом) — неприводка между первой и последующими красками».

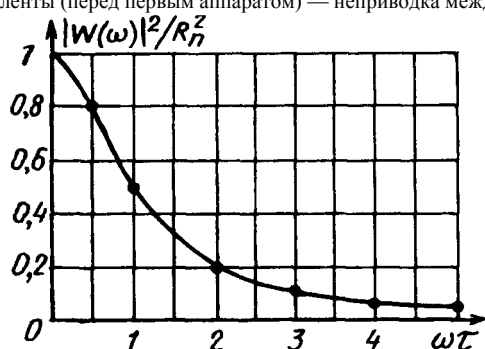


Рис. 2.19. График частотной характеристики канала «неприводка красок — люфт в зубчатом зацеплении».

предыдущего аппарата, а именно спектральная плотность $S_\varphi(\omega)$. Искомой величиной является спектральная плотность неприводки красок, вызываемой возмущением $\Delta\varphi$, и ее дисперсия.

Предлагаемую методику оценки лентопитающего устройства и привода печатных секций можно использовать как при диагностике машин на полиграфическом предприятии в процессе их эксплуатации, так и на машиностроительном заводе для оценки их качества и технического уровня.

ГЛАВА 3

ФЛЕКСОГРАФСКИЕ ПЕЧАТНЫЕ ФОРМЫ

Печатная форма наряду с запечатываемым материалом, печатной краской и печатной машиной является одним из важнейших составляющих, влияющих на качество флексографской печати.

Свойства флексографских печатных форм зависят прежде всего от вида материала, из которого они изготовлены. Применяемые в настоящее время печатные формы можно разделить на две группы: резиновые и фотополимерные. В каждой из этих групп печатные формы подразделяются на однослойные, состоящие из одного упруго-эластичного материала, и многослойные, у которых каждый слой имеет различные упруго-эластичные свойства.

Резиновые флексографские печатные формы (кроме форм, изготовленных лазерным гравированием) являются копиями или дубликатами оригинальных печатных форм традиционной высокой печати, которые получают с помощью матриц. С одной матрицы посредством прессования и вулканизации можно получить несколько флексографских форм. Поскольку исходный материал (резина или ее смеси) упруг, то и печатная форма остается упругой.

Резиновые печатные формы могут быть изготовлены и по другой технологии. Металлический стержень покрывают резиной, которую затем вулканизируют и обрабатывают. На подготовленный таким образом вал наносят рисунок гравированием вручную, методом электронно-механического или лазерного гравирования. Такие формы наиболее часто используют при необходимости иметь «бесконечный» (бесстыковый) рисунок.

Большое достоинство резины и резиновых смесей состоит в том, что они имеют хорошее химическое сродство к флексо-графским печатным краскам различного состава, а также обладают способностью переносить краску на самые различные запечатываемые материалы.

Фотополимерные флексографские печатные формы получают посредством

экспонирования негативной фотоформы УФ-излучением на твердую пластину или жидкую композицию. При экспонировании на участках печатающих элементов происходит фотополимеризация светочувствительного вещества. Далее при обработке копии происходит удаление или вымывание незаполимеризованных участков, в результате возникает рельефное изображение. Каждая полученная фотополимерная форма является оригинальной, так как получена непосредственно с фотоформы.

В настоящее время флексографская печать наиболее широко применяется в производстве упаковки. Традиционно для запечатывания этого вида продукции использовались и используются до сих пор (особенно в России) печатные формы на основе эластомеров. Применение флексографской печати при выпуске книг, журналов и газет, а также многокрасочной упаковки связано с применением фотополимерных форм. Доля использования в настоящее время флексографских фотополимерных форм в среднем по Западной Европе составляет более 30%, в мире до 40%, а в некоторых странах, например в Германии, доходит до 50%. В ближайшие пять лет среднегодовой прирост использования фотополимерных форм составит не менее 6%.

3.1. Упругие резиновые печатные формы

Эти печатные формы могут быть получены или способом прессования, или способом гравирования.

Изготовление резиновых печатных форм способом прессования

Изготовлению упругих резиновых печатных форм способом прессования предшествует изготовление первичной оригинальной формы — набора или клише.

Типографские наборные формы, изготовленные ручным или машинным способом, могут быть использованы как оригинальные для последующего получения матриц, а с них — флексографских печатных форм.

Строки литьевого или монолитного набора должны иметь сплошную поверхность без пор в металле. Наличие в литерах или

строках пустот вызовет проваливание набора при матрицировании.

Изготовленный набор помещается в раму и фиксируется в ней зажимами. Усилие зажима должно учитывать последующее расширение металла из-за нагрева при матрицировании.

В настоящее время металлический набор заменяется фотонабором или компьютерным набором. Полученный негатив используется для изготовления клише.

Изготовление клише — это фотомеханический процесс переноса изображения с негатива на поверхность металлической пластины из меди, магния и цинка. Наиболее часто применяется мелкокристаллический цинк, так называемый микроцинк.

Поверхность металла очищается, покрывается копировальным слоем и высушивается. Далее производят экспонирование негатива. Во время экспонирования участки копировального слоя, на которые действовал свет, задубляются, становясь нерастворимыми в воде. При последующем проявлении незадубленный копировальный слой с пробельных участков удаляется. Задубленный копировальный слой на участках печатающих элементов остается и дополнительно задубляется химически и термически, чтобы обеспечить достаточную кислотоустойчивость при последующем травлении.

Травление металлов кислотами, наряду с травлением в глубину, приводит также к боковому подтравливанию металла под защищенными участками, что обуславливает проведение процесса по стадиям. Для уменьшения бокового стравливания в раствор вводят поверхностно-активные вещества (ПАВ), а процесс травления ведут в одну стадию. В раствор, кроме ПАВ, вводят углеводороды, что приводит к образованию эмульсий, а процесс называют эмульсионным травлением.

В зависимости от характера воспроизводимого изображения клише бывают штриховые и растровые; от этого зависит, с одной стороны, глубина травления клише, а с другой — твердость применяемого в последующем для прессования формы эластомера.

После травления клише тщательно смывают и производят отделку. Выступы

на пробельных элементах удаляют механически штихелем или фрезерованием. Во время отделки клише для облегчения последующего монтажа печатной формы и приводки красок во время печати на него наносят специальные метки (если их не было на негативе). Маркировочные линии по возможности должны проходить по всему клише и образовывать между собой прямой угол. В особых случаях могут быть проведены дополнительные линии, чтобы в последующем при подготовке к печатанию заказа можно было точно установить печатные формы. Клише, подготовленное таким образом, контролируется по качеству, размерам, точности и используется для изготовления матриц.

При изготовлении флексографской печатной формы, содержащей текст и "иллюстрационный материал, под клише помещают подставку, чтобы высота (рост) типографского набора и клише на подставке были одинаковыми.

Специфика флексографского способа печати, связанная с процессами матрицирования, шлифования печатной формы и ее деформацией в процессе печатания, обуславливает определенные требования к оригинальным формам по глубине травления, профилю печатающих элементов, общей глубине открытых пробелов и др. Усадка матриц и резиновых форм приводит не только к искажению линейных размеров, но и к значительному уменьшению глубины пробелов.

Глубина пробелов на клише зависит от расстояния между печатающими элементами и твердости резины печатной формы (рис. 3.1). Средняя глубина пробельных элементов на штриховом клише должна быть не менее 0,9-1,0 мм. При воспроизведении изображений с мелкими элементами и шрифтов малых кеглей глубина пробелов может быть уменьшена. Так, у клише для последующего изготовления флексографской формы глубина пробела шириной 1 мм должна быть равна 0,45-0,50 мм.

Боковые грани печатающих элементов должны быть симметричными и ровными с углом наклона 110-120°, без под-травливания, чтобы отделить матрицу от клише.

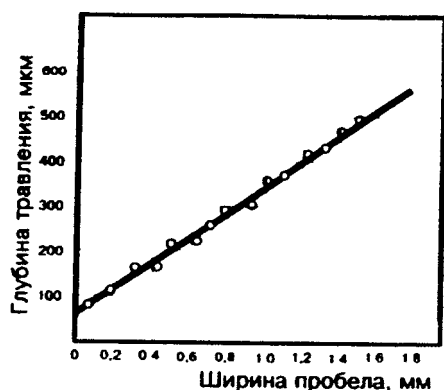


Рис. 3.1. Зависимость глубины пробелов на клише от их толщины.

Для изготовления матриц используют специальный матричный пресс, оснащенный неподвижной верхней плитой и перемещающейся с помощью гидравлики нижней плитой. Обе плиты оборудованы нагревательными устройствами с терморегулятором. Пресс должен быть укомплектован набором ограничительных калиброванных планок различной толщины.

Существуют несколько способов изготовления матриц, однако во флексографской печати наиболее распространены два способа. Первый — из картона, пропитанного фенольной смолой, второй — из бакелитового порошка. Первый способ распространен гораздо больше в связи с широким производством матричного картона различной толщины и качества. При глубине рельефа свыше 3 мм в сочетании с картоном используется порошок, наносимый на оборотную сторону матрицы с целью придания ей механической прочности. Только в особых случаях матрицы делают из чистого бакелитового порошка. Матричные материалы стабильны при температуре 20-30°C и относительной влажности воздуха 45-55%.

Материал матрицы состоит из наполнителя и связующего. Наполнитель содержит целлюлозу или асбестовые волокна и красящие компоненты. Связующим обычно служит затвердевающая при нагреве фенольная смола. Асбест или целлюлоза являются главными составными частями матричного материала. Матрица

с асбестовым наполнителем имеет меньшую склонность к усадке, чем с целлюлозным. Оба типа матриц на фенольной смоле дают усадку в зависимости от их размеров.

При использовании матричного материала на основе целлюлозного наполнителя усадка составляет 0,1% по направлению волокон и 0,2% поперек волокон. Как правило, такая усадка не имеет существенного значения. В случаях, когда недопустима даже столь малая усадка, ее значения должны быть учтены при изготовлении оригинала или негатива.

Основанием матрицы принято считать расстояние между поверхностью оборотной стороны и самой глубокой точкой рельефа. Необходимая высота основания, которая задается изготовителем матричного материала, является одновременно пределом прессуемости матрицы. При прессовании матрица не должна вдавливаясь больше, чем на треть своей общей толщины.

Чтобы рассчитать толщину ограничительных планок при прессовании матриц, необходимо суммировать высоту металлического клише с необходимой высотой основания матрицы. К этой сумме следует прибавить и толщину разделительной бумаги, если она укладывается между ограничительными планками, а не на них.

После укладки ограничительных планок на нижней плите прессы еще раз проверяется их толщина. Это очень важно, так как из-за неодинаковой толщины планок могут произойти повреждения и клише, и самого прессы. Если при изготовлении резиновых печатных форм постоянно используются одинаковые прессы, одинаковые ограничительные планки, одинаковое давление и т.д., то это гарантирует одинаковость глубины рельефа и толщины печатных форм даже при многократном изготовлении.

Матричный материал следует располагать всегда в центре выдвижной каретки. Матрица должна иметь маркировку, чтобы при повторном укладывании занимать то же самое место, что и в первый раз. При матрицировании с клише матричный материал располагается на поверхности нижней плиты прессы, а металлическое

клише накладывается на него сверху. При изготовлении матрицы с металлического набора, наоборот, набор устанавливается на нижнюю выдвижную плиту прессы, а матричный материал накладывается на наборную форму. Другим вариантом маркировки является разметка выдвижной плиты продольными и поперечными линиями или цифрами и буквами.

Предварительный нагрев при изготовлении матриц проводят в течение 4 мин при температуре 125°C. К концу периода предварительного нагрева матричный материал сначала становится пластичным, так что для запрессовки в него клише требуется минимальное давление. Плиты прессы медленно смыкаются до ограничительных планок. Так как матричный материал содержит определенное количество влаги, очень важно ненадолго открывать пресс, чтобы дать возможность улетучиться влаге, которая могла образоваться между клише и матрицей.

Требуемое давление прессования зависит от свойств оригинальной формы (металлический набор, медное, цинковое или магниевое клише). При наборе давление по сравнению с цинковым или магниевым клише должно быть меньшим. Важно, чтобы расчет толщины ограничительных планок был выполнен с достаточной точностью до начала процесса прессования матриц.

Для отверждения матрицы требуется около 20 мин при температуре 145°C. После этого матрица отделяется от оригинальной формы и охлаждается. Обязательно необходимо иметь в виду, что матричный картон не должен уплотняться больше, чем на одну треть своей общей толщины.

В качестве материала для печатных форм используются разнообразные резиновые смеси, соответствующие установленным требованиям. В настоящее время применяются главным образом три основных вида резины: на основе натурального каучука, акрилнитрилкаучука и бутилкаучука.

Резина, предназначенная для изготовления печатных форм, должна удовлетворять определенным требованиям. В частности, иметь стойкость к растворителям, способность деформироваться, прочность на истирание, стабильность свойств при

хранении. Время вулканизации, вязкость, усадочность и т.д. — все эти свойства для изготовления форм являются определяющими. От названных факторов непосредственно зависят печатные свойства пластины. В состав резиновых смесей входят такие наполнители, как сажа, окись цинка, мел и другие инертные добавки. Нередко относительно высокую долю составляют усиливающие, или активные, наполнители, которые повышают твердость, улучшают прочность на разрыв, прочность на истирание, стойкость к растворителям и способность к обработке или изменяют усадочные характеристики. Существуют также наполнители, которые способствуют сохранению специфических физико-химических свойств.

Резиновые смеси отличаются и окраской. В черных резинах красящие компоненты являются одновременно и усиливающими наполнителями. В красные, синие и зеленые резины добавляются белые наполнители и отдельно — красящие вещества.

Известно, что натуральный каучук вулканизируется при добавке к нему серы и под воздействием высокой температуры. Сера является существенным компонентом в промышленном производстве резины. Типичная резиновая смесь твердостью 50°C по Шору содержит небольшую процентную долю свободной серы, которая необходима для производства современных прецизионных резиновых пластин для флексографских печатных форм. В состав резиновых смесей вводят пластификаторы.

Резиновые смеси, применяемые для изготовления печатных форм, должны быть пластичными, однородными и свободными от воздушных включений. Толщина пласта неотвержденной резины обычно составляет 1-5 мм. Такая толщина определяется условиями хранения. При желании могут быть изготовлены и более толстые заготовки. Каландрируемые слои резины должны иметь хорошее сцепление между собой, чтобы при вулканизации избежать образования воздушных пузырьков и полостей. Посредством повышения температуры каландрирования и добавления пластификаторов свойства резин можно варьировать в широких пределах.

Для измерения твердости резин используют твердомер Шора. Он измеряет глубину вдавливания усеченного конуса в поверхность резины под действием пружины. Твердость измеряется в градусах шкалы А по Шору. Твердомеры Шора применяются на флексографских предприятиях для измерения твердости резиновых валиков и резиновых печатных форм. Не следует делать замеры на неплоских поверхностях. Если измеряется твердость материала валиков или наклеенных на цилиндр печатных форм, вести замеры надо параллельно оси цилиндра, в нормальных условиях и при комнатной температуре, так как отклонения от нее могут привести к неправильным результатам измерений. Усилие прижима должно быть лишь достаточным для обеспечения контакта плоского основания прибора с измеряемой поверхностью.

Флексографская печатная форма может быть изготовлена из двух слоев сырой резины, которые вулканизируются совместно, причем смеси каждого слоя различны по составу. На практике используется несколько вариантов таких комбинаций:

- мягкий верхний слой из натуральной резины + более твердый слой основы;
- винилсодержащий верхний слой + шлифуемая основа;
- поверхность из натуральной резины + основа с линейными пазами (обеспечивают повышенную точность печатной формы без ее шлифовки);
- верхняя часть из бутылкаучука + основание из натуральной резины.

Обычно один из двух разнородных слоев образует печатную сторону, а другой — основу, причем безразлично, поставляются ли они в виде готовой ламинированной пластины или складываются вместе в самом прессе.

В случае, если производителю резин не удастся заложить все требуемые качества будущей печатной формы в одну-единственную смесь, то можно достичь этой цели, изготавливая печатные формы посредством совместной вулканизации трех разных резиновых слоев. Резиновая форма должна иметь хорошие печатные свойства при малом давлении. При этом печатная форма

не должна иметь необратимых деформаций и после каждого оборота формного цилиндра должна возвращаться к своей исходной толщине, т.е. обладать хорошей объемной упругостью.

Все эти свойства зависят друг от друга — чтобы получить одно, иногда нужно пожертвовать другим. Изготовители печатных форм пытаются поэтому добиться необходимых качеств флексографской печатной формы путем комбинирования материалов. Если резиновая смесь недостаточно упруга, но зато обладает хорошей текучестью под давлением, такой слой должен стать рабочей стороной формы. Если мягкая резина не шлифуется, на оборотную сторону наносится третий слой хорошо шлифуемой резины, так что получается трехслойная пластина.

Резины разного состава имеют существенные различия в смачиваемости и в переносе печатной краски. Натуральная резина (50 ед. по Шору) переносит больше краски, чем резина синтетическая. Различные по твердости резины также обнаруживают большие отличия в переносе краски. Для печати полутоновых (растровых) работ используются большей частью винилсодержащие резины.

Резины для изготовления печатных форм должны обладать такими свойствами, как: быстрое и бездефектное заполнение матрицы, низкий удельный вес, легкое отделение пластины от матрицы без разрушения поверхности, возможность шлифования оборотной стороны, хорошая смачиваемость, хорошие красковосприимчивость и краскоотдача поверхности.

Перед тем как изготовить печатную форму, следует рассчитать ее толщину. Резиновая печатная форма наклеивается на формный цилиндр. Общий диаметр формного цилиндра, включая липкую ленту и печатную форму, должен быть равен диаметру делительной окружности шестерни привода. Величина этого диаметра может быть взята из технического описания машины. Диаметр формного цилиндра также указан в техническом описании или может быть определен расчетным путем. Половина разности между диаметром делительной окружности шестерни

привода и диаметром формного цилиндра и есть толщина печатной формы с липкой лентой. Во многих флексографских печатных машинах она составляет только 3 мм. Обычно к рассчитанной толщине формы добавляют 0,05 мм, чтобы при регулировке давления в печатной машине головки зубьев не заклинивались.

Для того чтобы резиновые печатные формы имели соответствующую толщину (высоту), необходимо также рассчитать требуемую толщину ограничительных планок. Для этого необходимо суммировать толщину матрицы с желаемой толщиной печатной формы. Толщина разделительной бумаги также учитывается, если она лежит между ограничительными планками. Если же разделительная бумага накладывается поверх ограничительных планок, ее толщина не принимается во внимание. Ограничительные планки располагаются на двух противолежащих сторонах выдвижной каретки. В зависимости от размера матрицы к рассчитанной толщине добавляется 0,2-0,3 мм. Это эмпирическая величина, точное значение которой определяется видом резиновой смеси (характеристикой текучести сырой композиции). Выдвижная каретка и ограничительные планки должны быть тщательно очищены от загрязнений.

Выдвижная каретка при длительных перерывах должна всегда оставаться в прессе. Несоблюдение этого может привести к снижению температуры, следствием чего бывает недостаточная вулканизация пластин или неравномерность их толщины.

Параметры режима вулканизации могут варьироваться в зависимости от конкретного типа резиновой смеси, толщины и конструкции пластин. Требуемое давление прессования может колебаться от 20 до 70 кг/см². Тонкие пластины требуют более высокого давления, чем утолщенные; при мягких смесях давление ниже, чем при более твердых. Важно, чтобы при изготовлении формы ограничительные планки располагались между плитами пресса устойчиво.

Загрузка матриц резиной — одна из важнейших операций в изготовлении резиновых печатных форм, во многом определяющая их качество. Для тех участков

формы, где должны образовываться плашки, требуется большее количество резины, чем для участков с растром или с тонкими линиями и шрифтом.

При этой операции шрифтовые участки могут загружаться количеством резины, на 10-20% меньшим, чем требуется для заданной толщины формы, а участки плашек — примерно на 20% большим. К примеру, при требуемой толщине формы 2,8 мм на шрифт следует наложить материал толщиной только 2,3 мм, тогда как на плашку — 3,3 мм. Всегда нужно располагать достаточным количеством материала, чтобы полностью заполнить матрицу резиной.

Следует отметить, что самая большая точность достигается тогда, когда резина становится текучей сначала в середине пластины. Если резина вулканизируется вначале по краям формы, затекание материала в ее центр затруднительно. Вследствие этого печатные формы с плашками следует по центру загружать большим количеством материала (более толстым слоем), чем по краям. Однако для получения с такой формы хорошей печатной продукции требуется тщательная шлифовка ее оборотной стороны.

Может случиться, что после отделения изготовленной пластины на участках матрицы, не подвергавшейся давлению, особенно на краях, остается резиновая смесь. Этого можно избежать, если использовать при изготовлении пластин разделительные средства. Производители резин поставляют большую часть сырых заготовок с поверхностью, слегка припудренной специальным порошком (тальком), который должен способствовать затеканию смеси в матрицу. Резина накладывается на матрицу припудренной стороной. Тальк на поверхности резины действует, как смазка, и предотвращает включения воздуха при впрессовывании ее в матрицу. Кроме того, он абсорбирует выделяющуюся влагу. Во время загрузки смесью матрица должна быть холодной, чтобы предотвратить частичную предварительную вулканизацию резинового сырья.

Для предотвращения прилипания к верхней плите пресса обратная сторона пластины защищается листом разделительной

силиконовой бумаги. Если для этого используется перлоновая ткань, нужно, чтобы она не была слишком шероховатой и не имела разрывов, так как все это создает на оборотной стороне неровную поверхность. Следует учитывать, что перлон из-за своей структуры затрудняет течение резины.

Благодаря предварительному нагреву резина становится текучей и под давлением хорошо заполняет матрицу. Температура пресса составляет 145°C. Длительность предварительного нагрева должна точно соблюдаться, хотя и может варьироваться в зависимости от сорта резины.

Скорость замыкания также может изменяться в соответствии с видом резиновой смеси. Пресс должен смыкаться как можно медленнее. Если установлены ограничители, давление должно быть поднято до 20 т. При сложной структуре изображения на форме уместно производить замыкание в два приема: пресс вначале замыкается с легким давлением, затем открывается и снова замыкается (аналогично проветриванию при изготовлении матриц). Этот процесс может повторяться 3-4 раза.

Резиновая форма вулканизируется в течение примерно 10 мин при 145°C, после чего она вынимается из пресса. Форму следует осторожно отделить от матрицы, пока она еще нагрета. При снятии в холодном состоянии она может легко порваться. Лучше всего снимать форму с матрицы от углов к центру. Затем ее следует охладить при температуре помещения.

После вулканизации форма проверяется и либо направляется для печати, либо подготавливается к шлифованию. При охлаждении форма уменьшается в объеме, т.е. дает усадку. Усадка происходит по всем направлениям. По этой причине измерения пластины следует производить лишь тогда, когда она остынет до комнатной температуры. Усадка, равно как и разброс размеров при прессовании, должны быть учтены расчетом необходимой толщины ограничительных планок.

После удаления из матрицы резиновая печатная форма тщательно контролируется на предмет дефектов, пузырьков, инородных включений на поверхности, на соответствие матрице и правильность толщины (высоты).

Для измерения толщины формы используют толщиномер. При измерениях резиновых форм должно быть обеспечено полное, без перекоса, прилегание к поверхности пластины основания прибора, которое должно быть достаточным для того, чтобы на растрованной форме покрывать большое количество растровых точек без их сдвигания.

Контроль толщины формы на участках плашек и полутонов является достаточным. Особое внимание следует уделить всем четырем углам и центру пластины, так как между этими участками обнаруживается наибольший разброс. Измерения должны производиться через 5 см, чтобы точно установить, равномерно ли отформована пластина. Если пластина не должна быть равномерной, то для этого нужно соответствующим образом обработать матрицу. Можно сошлифовать участок на обороте матрицы, чтобы это место на резиновой форме получилось возвышенным, или подложить под матрицу липкую ленту или бумагу нужной толщины, чтобы обеспечить в заданных местах меньшую толщину.

Небольшой разброс по толщине пластины можно устранить двумя способами:

или обработать матрицу с целью выравнивания разброса, или отшлифовать оборотную сторону резиновой формы, чтобы придать ей одинаковую толщину.

Разброс по толщине в пределах $\pm 0,01$ мм приемлем. Участки с мелкими элементами изображения должны быть обработаны так, чтобы они были на 0,05 мм ниже участков плашек. Это означает, что общая разница по толщине пластины — от плашек до растровых точек в светах — может составлять около 0,07 мм. Важно, чтобы ни один участок с мелкими элементами не был по толщине больше, чем участок плашек.

Шлифовать вулканизированные пластины необходимо с разбросом по толщине в пределах не более $\pm 0,05$ мм. Отклонения 0,01 мм и более не могут быть устранены шлифовкой. При повышенном разбросе рекомендуется произвести контрольную проверку пресса или готовить матрицы к прессованию более тщательно.

Пластины обрезаются так, чтобы материал выступал за наружный край печатной формы на 2-3 см. Для выправления мелких элементов на их поверхность накладывается односторонняя липкая лента или тонкая бумага в местах, на которые должно приходиться более легкое давление. Во время шлифования оборотной стороны в этих местах толщина пластины уменьшается на несколько сотых долей миллиметра.

Печатные формы могут иметь самое различное строение. Их главное свойство определяется видом резины или комбинаций резины с ПВХ, которые выбираются в зависимости от области применения формы и от типа растворителя используемых печатных красок.

Как указывалось выше, в процессе изготовления матрицы, а затем печатной формы, матричные материалы и резиновые смеси дают усадку, что вызывает уменьшение размера резиновой формы на 2-3%. С учетом изменения линейных размеров резиновой формы при креплении на формном цилиндре исходная длина негатива может быть определена по формуле:

$$L_H = K \left[l + 2\pi \left(\sigma + \frac{t}{3} \right) \right] \frac{(100 + \beta_1)(100 + \beta_2)}{10^4},$$

где L_H — длина негатива;

K — коэффициент, учитывающий деформацию первичной оригинальной формы ($K > 1$);

l — длина окружности формного цилиндра;

σ — толщина клеевого слоя или липкой ленты для закрепления формы на формном цилиндре;

t — толщина печатной формы;

β_1 и β_2 — величина усадки (%) соответственно матричного материала и резиновой формы ($\beta_1 > 0,5\%$, $\beta_2 > 2\%$).

Изготовление упругих печатных форм способом лазерного гравирования

Потребность в бесшовных (бесстыковых) флексографских печатных формах стимулировала разработку методов их изготовления гравированием на заранее обрешеченном валу. В начале использовали электронно-механические системы гравирования, затем стали использовать лазерную технологию, которая к настоящему времени вытеснила другие способы

гравирования. Изготовленные флексографские печатные формы с бесконечным изображением можно использовать в производстве обоев, различных текстур, линованной бумаги, упаковочной продукции, бланков, этикеток и другой печатной продукции.

Первым этапом получения печатных форм является изготовление формного вала. Изготовление вала включает следующие операции: удаление старого резинового слоя с металлического сердечника, очистку поверхности сердечника (например, при помощи пескоструйного аппарата), нанесение адгезива, наложение покрытия из сырой резины, бандажирование (обтягивание лентой), вулканизацию, размотку бандажа, обработку покрытия вала (шлифование).

При выборе вида резинового покрытия необходимо учитывать последующее воздействие связующего красок, смывочных составов. Это углеводороды, вода, минеральные масла, спирты, эфиры и кетоны. Необходимо также учитывать назначение будущей печатной формы — характер выпускаемой продукции и характер воспроизводимого изображения, т.е. выбрать резину в интервале твердости от 40 до 80 ед. А по Шору.

Бесконечное изображение гравировается на резиновом формном цилиндре, отшлифованном так, чтобы длина его окружности была равной заданной длине оттиска. При гравировании углубляются пробельные элементы, а печатающие элементы остаются в пределах отшлифованной поверхности. Глубина гравирования может быть отрегулирована в пределах до 5 мм. Поскольку отсутствует прессование печатной формы, отсутствует и усадка, что создаст предпосылки для точного воспроизведения изображения и высокой точности приво́дки при многокрасочной печати.

В настоящее время применяются два варианта лазерного гравирования флексографских печатных форм.

Система с маскированием (прямой способ)

Процессом гравирования управляет металлическая маска, полученная на поверхности резины. Этот способ позволяет удовлетворить самые широкие потребности во флексографских печатных формах.

Название метода говорит о том, что процесс гравирования изображения управляется металлической маской без участия электронного блока считывания. Способ доступен для контроля на всех этапах производства. Гравирование может осуществляться с повышенной скоростью (без опасности получения нерезкости изображения из-за увеличения скорости подачи).

Форма гравированного рельефа удовлетворяет требованиям флексографской печати. Печатающие элементы имеют шлифованную поверхность и четкие края, их боковые стороны перпендикулярны основанию. Четкость печати не снижается из-за небольшого износа или коррекционной шлифовки печатающей поверхности.

Основными этапами в производственном процессе лазерного гравирования с маскированием являются: изготовление фотоформ, обрезинивание формного цилиндра, шлифовка резины, изготовление гравировальной маски, лазерное гравирование, удаление маски и контроль качества формы.

Для изготовления печатных форм необходимы полноформатные фотоформы. Они копируются в масштабе 1:1. Для покрытия цилиндра используются резины, обладающие следующими свойствами: стойкостью к истиранию, твердостью в интервале от 40 до 80 ед. по Шору, красковосприимчивостью и краскоотдачей, стойкостью к старению, однородностью сырой смеси, отсутствием инородных включений, хорошим сцеплением (по всей толщине покрытия) с корпусом вала, стойкостью к воздействию печатных красок.

После шлифовки поверхности цилиндра она за один рабочий ход целиком обтягивается защитной металлической фольгой, края которой соединяются встык. Образуется бесконечная, так называемая «гравировальная маска». Затем эта маска покрывается копировальным слоем. Далее следуют копирование с фотоформы, проявление и ретушь ставшего видимым рисунка. Заключительным в изготовлении гравировальной маски является процесс травления, длящийся 2-3 мин. После этого все печатающие участки оказываются защищенными металлом, а на всех пробельных участках поверхность резины

остается открытой воздействию лазерного излучения. Благодаря маске получается гравированное изображение с четкими краями.

Из многих различных типов лазеров наиболее подходящим для изготовления флексографских печатных валов является лазер на углекислом газе CO_2 . Лучи лазера, испаряющие незащищенную резину с поверхности цилиндра, имеют диаметр 1 мм и температуру около 13000°C .

Последней операцией в изготовлении печатного вала является удаление гравировальной маски с его поверхности. После пробной печати, заключительного контроля и, если требуется, окончательного шлифования вал готов к использованию.

Сканерная система (косвенный способ)

При этом способе процессом гравирования управляет вал с изображением. Маска здесь не требуется, но необходимо изготовление сканируемого валика (валика с изображением). Электронное устройство считывает этот валик и управляет лазерным лучом посредством импульсов.

По сравнению с прямым способом здесь недостатком является некоторая нерезкость краев изображения. При выборе небольшой подачи зубчатость краев изображения незначительна, однако продолжительность обработки существенно возрастает.

При разрушении резины физическим методом (лазерным лучом) воздействие на окружающую среду проявляется в виде пыли и запаха. Защитные меры состоят в том, что продукты испарения резины отсасываются непосредственно из зоны гравирования и затем осаждаются в мокром пылеуловителе. Запах нейтрализуется химическим путем.

Печатные валы, изготовленные прямым или косвенным способом гравирования, отличаются от флексографских формных цилиндров с наклеенными формами следующим.

1. Машинное гравирование позволяет получать рисунок без искажений, имеющих место при наклейке форм, что обеспечивает точную приводку.

2. Гравированное изображение занимает всю поверхность материала и не имеет стыков, поэтому при смывке вала (мягкой щеткой) не возникает затруднений

3 Боковые поверхности элементов изображения гравятся почти под прямым углом. Это обеспечивает четкую печать, хороший краскоперенос даже при высоковязких красках. Поскольку отпадают ручные операции, такие как наклейка резиновых пластин с соблюдением точной приводки или их выравнивание шлифовкой обратной стороны, то этот метод можно назвать более рациональным по сравнению с изготовлением печатных форм методом прессования.

3.2. Упругие фотополимерные печатные формы

Фотополимерная композиция, как правило, содержит смесь из полиамидных смол в качестве основного компонента, мономеры — акриловую кислоту и диакрилатэтиленгликоль, фотосенсибилизаторы — бензол и бензофенон, ингибиторы — гидрохинон и краситель метиленовый синий. Растворителем служит 80%-й этиловый спирт. После полива такой композиции на металлическую (алюминий, сталь) или полиэфирную основу и ее высушивания она экспонируется источниками ультрафиолетового (УФ) света. Под действием УФ-источника света сенсибилизатор распадается на свободные радикалы, которые являются инициаторами полимеризации. Полимеризация приводит к сшиванию (в том числе — поперечному) полимеров по двойным связям и реакционноспособным группам, в результате чего слой перестает вымываться проявляющим раствором. Фотополимеризующийся слой находится в полусухом состоянии, миграция (диффузия) стабилизатора в нем затруднена, а действие ингибитора резко обрывает процесс. По этой причине полимеризация имеет место лишь в освещаемых участках и не распространяется на необлученные участки слоя.

Технология изготовления флексографских фотополимерных печатных форм отличается простотой и основана на экспонировании через негатив фотополимера и вымывании незаполимеризованных участков

Особенности изготовления фотоформ

В качестве фотоформ во флексографской печати используют негативы, которые

необходимы для переноса изображения с оригинала на печатные формы. Качество негатива определяется процессом репродуцирования, под которым понимают всю область фотографических, фотомеханических и электромеханических способов переноса текстовых и изобразительных элементов оригинала на печатную форму. Репродуцирование — это допечатный процесс, в ходе которого не только воспроизводится оригинал, но и компенсируются вредные факторы печатного процесса (растискивание, количество переносимой краски и др.) для того, чтобы полученные оттиски в максимальной степени соответствовали оригиналу.

Оригинал — это изобразительный и текстовый материал, предназначенный для последующего воспроизведения средствами печатной техники. Исходя из этого, оригинал, с одной стороны, должен удовлетворять требованиям технологии последующего воспроизведения, а с другой — нести вполне определенное содержание, удовлетворяющее потребности потребителя продукции. Принимая оригинал для последующего воспроизведения, необходимо хорошо представлять себе, что получится после печатания. Оригиналы должны отвечать определенным требованиям. Элементы рисунка и текста на оригинале должны иметь одинаковую и достаточную плотность. Элементы рисунка не должны располагаться близко друг к другу (не ближе 0,75 мм), а размер шрифта не должен быть меньше 6 пунктов. Нежелательно на одной форме располагать большие плашки и полутона.

Поскольку флексографская печать — разновидность высокой печати, то на все участки печатной формы может быть нанесен одинаковый слой печатной краски, так как при воспроизведении полутонных изображений их превращают в микроштриховые методом растривания. Форма растровых точек может быть различной, однако чаще всего используют точечный растр, называемый автотипным. Выбор линии-туры раstra для флексографской печатной формы зависит от назначения продукции, сюжета оригинала, запечатываемого материала, линиатуры анилоксного

вала, наличия ракеля, краскопереноса, скорости печати, а также принятой технологии изготовления печатных форм.

При изготовлении цетоделенных фотоформ для воспроизведения изображений способом флексографской печати следует определять и учитывать необходимые компоненты.

Разность между площадью растровой точки на фотоформе и площадью растровой точки на тиражном оттиске учитывается как растискивание (увеличение). Это не постоянная величина, а сумма различных допусков и отклонений. Она зависит от конкретных условий. Вследствие этого традиционная характеристика печатного процесса в конкретных условиях имеет свою специфику и относится только к тому типу печатных машин и к тому процессу, которые использовались при печатании конкретного заказа.

Для определения компенсационных показателей необходимо учитывать следующие факторы:

1. Печатные формы (размерные отклонения клише, матриц, резины, фотополимерных пластин).

2. Способ крепления печатных форм на валы машин и применяемые материалы.

3. Конструкцию печатной секции и красочного аппарата печатной машины.

4. Характеристику растрованного вала (линиатура, коэффициент перемычек и объем ячеек).

5. Печатную краску (коэффициент переноса, значение оптических плотностей)

6. Запечатываемый материал (оптические свойства, структура поверхности, отклонения по толщине).

Качество негатива определяет и качество печатной формы; все дефекты негатива воспроизводятся на печатной форме. Негативы должны отвечать определенным требованиям:

1. Минимальная плотность пропускания черных участков на негативе должна быть больше или равна 4 единицам пропускания. При использовании негативов с меньшей плотностью в процессе экспонирования высокоинтенсивными ультрафиолетовыми лампами возможна частичная полимеризация пробельных участков изображения,

что приводит к потере рельефа печатающих элементов.

2. Максимальная плотность пропускания прозрачных участков на негативе должна быть менее 0,03 единицы пропускания. Использование негатива с большей плотностью вуали требует увеличения времени экспонирования для получения хорошей передачи тонких элементов изображения. Если остаточная вуаль на негативе слишком велика, то мелкие элементы изображения (тонкие линии, растровые точки в светах) будут недостаточно проработаны в процессе экспонирования и могут быть потеряны в процессе вымывания. Оптическая плотность пропускания определяется с помощью денситометров пропускания.

3. При изготовлении фотополимерных форм необходимо использовать матированную фототехническую пленку.

4. Изображение -на негативе должно быть читаемым, т. е. при съемке необходимо использовать оборачивающую систему.

5. Для технической ретуши негатива следует использовать специальную краску, обладающую защитными свойствами в УФ-спектре. Ретушь производят со стороны подложки.

6. Непосредственное изготовление печатных форм производят, как правило, со вторичного негатива, полученного с помощью копировальной рамы.

7. Для гарантированного воспроизведения всех элементов формы отдельно стоящие линии должны иметь ширину не менее 0,17 мм, в светах площадь растровых точек должна быть не менее 2%, а диаметр отдельно стоящих точек — не менее 0,25 мм

8. Рабочая фотоформа должна иметь приводочные метки шириной 0,2-0,25 мм.

Перед началом работы качество негатива необходимо внимательно проверить и убедиться, что негатив отвечает предъявляемым требованиям

Для контроля качества штрихового изображения и текста можно использовать специальную бумагу «Дилюкс» фирмы «Дюпон». Для получения красных копий применяют «Дилюкс — 503-1 А», а для черных — «Дилюкс — 535-1»

Для контроля качества цветоделения используют цветопробу, например, «Хромалин»

При установке печатных форм на форм-ные цилиндры флексографских печатных машин вследствие изгиба форм длина печатающей поверхности изменяется, что вызывает растяжением рельефа ее поверхности. В направлении печатания оттиск удлиняется в сравнении с негативом, поперечные же размеры не изменяются (рис. 3.2). Возникающее удлинение зависит от диаметра вала, на который крепится пластина. Этот дефект может быть исправлен путем укорачивания негатива или (если используется составная форма) путем уменьшения расстояния между отдельными частями формы (сюжетами). Другой альтернативой может быть использование ротационного экспонирующего устройства, в котором экспонируемый цилиндр должен иметь такой же диаметр, как и цилиндр печатной машины, на котором крепится печатная форма. Из-за того, что во флексографской печати используется большое количество формных цилиндров различных диаметров, применение ротационного экспонирующего устройства экономически невыгодно, и поэтому оно не получило широкого распространения.

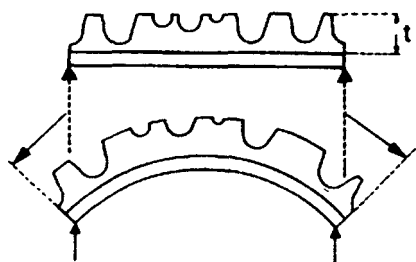


Рис. 3.2. Схема удлинения изображения на печатной форме.

Необходимую корректировку можно рассчитать и заранее уменьшить негатив или оригинал, чтобы обеспечить правильные размеры изображения на оттиске. Если фотоформа уже имеется, то возможно уменьшить изображение, используя специальное монтажное оптическое устройство. При воспроизведении растрового изображения возникает небольшая деформация формы точки, что вполне допустимо.

Изогнутая поверхность рельефа печатной формы, которая была изготовлена на

плоском оборудовании и полностью охватывает формный вал, удлинится на постоянную величину K , которая может быть рассчитана по формуле:

$$K=2t,$$

где t — общая толщина пластины за вычетом толщины подложки (0,127 мм).

Константа K всегда зависит от толщины пластины, а не от величины кривизны. Поэтому не имеет значения диаметр формного цилиндра.

Для расчета требуемого укорочения негатива или оригинала (в процентах) должен быть известен размер используемого формного цилиндра и соответственно длина оттиска l . Она соответствует длине окружности формного цилиндра с наклеенной на него печатной формой (рис. 3.3) и может быть легко определена для каждого формного цилиндра. Эта величина определяется как расстояние между повторяющимися элементами изображения на оттиске.

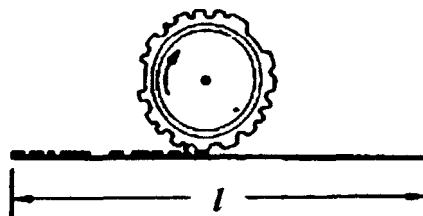


Рис. 3.3. Схема определения длины оттиска.

Величина l может быть рассчитана по формуле:

$$l=\pi(D_{\phi}+2t+2h).$$

где D_{ϕ} — диаметр формного цилиндра, мм;

t — толщина печатной формы, мм;

h — толщина липкой ленты, мм. Необходимое укорочение негатива A определяется (в процентах) по формуле:

$$A=K/l*100,$$

где $K=2\pi$;

l — длина оттиска.

Пример. Рассчитать необходимое укорочение негатива, если толщина формной пластины 2,845 мм, а длина оттиска 300 мм.

Определим $t=2.845-0.127=2.718$ мм.

Величина $K=2\pi=2*3,14*2.718=17.08$ мм.

Укорочение $\Delta = K/R \cdot 100 = 17,08/300 \cdot 100 = 5,69\%$.

Значит, негатив должен быть в направлении печатания на 5,69% короче.

Необходимые для расчета данные приведены в табл.3.1.

Таблица 3.1

Величина константы K для различных типов пластин Sugil* (полиэфирная подложка 0,18 мм)

Тип пластины	$K_{мм}$	пластины	$K_{ми}$
30«	3,67	125	19,15
45*	6,06	155	23,94
67	9,90	170	26,34
90	13,57	185	28,73
100	15,16	197	30,64
107	16,28	217	33,84
112	17,08	250	39,10

При репродуцировании оригиналов необходимо принимать во внимание следующие факторы:

1. Учитывать растискивание растровых точек при печатании, особенно в средних полутонах (рис. 3.4).

2. При выборе линиатуры раstra формы учитывать линиатуру анилоксного вала. Соотношение линиатуры на печатной форме и на анилоксном вале должно составлять от 1:2,5 до 1:3,5.

3. Применение анилоксного растрированного вала требует изменения угла поворота раstra по сравнению с общепринятыми при репродуцировании значениями. Во избежание муара используются следующие углы поворота раstra:

голубая — 7,5°,
пурпурная — 67,5°,
желтая — 82,5°, черная — 37,5°.

Цветопроба

Раньше, когда изготовлению резиновой формы обязательно предшествовало изготовление набора и травление клише, а затем матрицирование, пробные оттиски получали на машинах высокой печати соответственно с набора и клише на тиражном материале или материалах других видов. Сегодня, когда имеется возможность

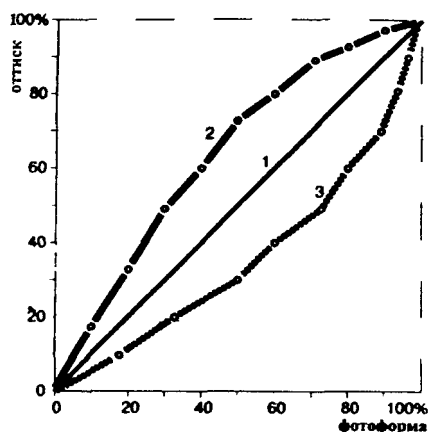


Рис. 3.4. Характеристика градационной передачи фотоформа — оттиск:

1 — идеальная передача полутонов изображения, 2 — реальная передача полутонов изображения на оттиске, 3 — градационная характеристика изображения на фотоформе.

прямого изготовления даже высоколиниатурных флексографских печатных форм с негатива, все более отчетливо прослеживается тенденция к применению метода цветопробы. Сущность различных методов цветопробы заключается в получении непосредственно с комплекта цветоделенных фотоформ многокрасочного изображения, которое в той или иной степени позволяет оценить качество выполненных допечатных процессов и похоже на оттиск.

Чем более идентичны пробный и тиражный оттиски, тем эффективнее метод цветопробы. Методом цветопробы можно получить имитацию пробного оттиска на той стадии технологического процесса, на которой традиционные методы пробной печати невозможны, т.е. цветопроба может быть выполнена до изготовления печатной формы. Достоинствами цветопробы являются значительно меньшие затраты времени, часто и средств, по сравнению с получением оттиска на пробо-печатном станке (см. гл. 4).

В настоящее время существует несколько способов цветопробы, каждый из которых предусматривает использование соответствующей технологии, оборудования и материалов. При выборе способа цветопробы необходимо учитывать следующее:

информационные возможности пробного изображения; время изготовления; воспроизводимость фрагмента изображения; вид процесса: позитивный или негативный; стоимость и производительность процесса; потребность в производственных площадях.

Рассмотрим некоторые способы получения цветопробы.

Фирма «Агфа-Геверт АГ» предлагает способ **«Гевапруф»**. Гевапруф-копию получают с растровых или штриховых негативов, изготовленных как фотомеханическим, так и оптико-электронным способами.

Фирма «Коултер Стори» предлагает способ **«КС Колор-Пруф»**. Этот способ основан на использовании электрофотографических процессов и фотополупроводниковых материалов. Для изготовления пробной копии применяется аппарат «КС Колор-Пруфинг». Фотополупроводниковая пластина, приобретая отрицательный заряд, становится светочувствительной. После экспонирования фотоформы образуется скрытое электростатическое изображение, которое проявляется жидким окрашенным тонером. После проявления полученное изображение переводят на предварительно увлажненную тиражную бумагу. Этот процесс повторяется для каждой из четырех красок. По окончании перевода четвертого изображения пробный оттиск покрывают защитным слоем. Весь процесс занимает около 20 мин.

Фирма «Калле» предлагает систему **«Оазол-Пруф»**. Система имеет варианты для получения контрольных изображений как с позитива, так и с негатива. С каждой цветоделенной фотоформы производится экспонирование на специально очувствленную пленку, окрашенную в соответствующий цвет, которую затем вручную или в машине проявляют и высушивают. Контроль многокрасочного изображения осуществляется посредством совмещения полученных цветных копий. Обработка копий производится в помещении, защищенном от попадания ультрафиолетового излучения. Если позволяют размеры копировальной рамы, можно одновременно экспонировать весь комплект или несколько фотоформ; все копии проявляют одним проявителем. В этом случае пробное

изображение с комплекта цветоделенных фотоформ можно получить за 5-10 мин.

«ЗМ Компани» предлагает способ **«Матчпринт»**. Этот способ позволяет получить пробные копии при одно- и многокрасочном растровом и штриховом репродуцировании и заменяет печатание пробных оттисков. В защищенном от УФ-излучения помещении матчпринт-пленка наносится на матчпринт-основу в ламинаторе при нагреве. В копировальной раме на подготовленную основу экспонируют позитивную фотоформу. Далее в процессе проявления в матчпринт-процессоре происходит растворение и удаление экспонированных участков. Затем копию промывают и высушивают. Процессы ламинирования, экспонирования (с приводкой) и проявления повторяют для каждой краски. После нанесения каждого цвета производится дополнительная засветка готовой копии без фотоформы. Время изготовления четырехкрасочной копии составляет около получаса.

«Дюпон» предлагает способ **«Хромалин»**. Этот позитивный процесс получения пробных изображений был введен в Европе в 1972 г. Спустя некоторое время фирмой «Дюпон» был предложен и негативный процесс. Это дало возможность контролировать как позитивные, так и негативные фотоформы до изготовления печатных форм.

Такое расширение возможностей способа «Хромалин» было шагом вперед, особенно для флексографской печати, где при изготовлении печатных форм используются негативы.

Этот вариант, так подходящий для флексографии, вызвал еще больший интерес, когда выяснилось, что при изготовлении пробы с негатива благодаря подсветке увеличение площади растровых элементов на оттиске, неизбежное во флексографской печати (растискивание), моделируется лучше, чем при позитивном процессе.

Если изображение на фотоформе прямое, то на пробной копии оно получается обращенным, а при обращенной фотоформе — прямым.

Для обеспечения постоянства результатов и уточнения технологических режимов

целесообразно выполнить лабораторные испытания материалов и процесса.

Материал-носитель для способа «Хромалин». Все материалы, применяемые при способе «Хромалин», следует подвергнуть испытаниям на технологическую надежность и повторяемость свойств. Это делается для того, чтобы при изготовлении пробных копий иметь стабильные результаты.

Материалы-носители могут иметь различную адгезионную способность, которая должна проявляться прежде всего при удалении защитной пленки.

Кроме испытаний материала-носителя, следует при заданных производственных условиях копирования (металлогалогенная лампа с регулятором освещенности, «Кокомо-фильтр» для ограничения нежелательного диапазона излучения лампы, вакуум-копировальная рама) с помощью контрольной шкалы «Евростандарт» (разработанной специально для способа «Хромалин» фирмой «Дюпон») визуально и используя измерительную технику, оценить процесс переноса изображения.

Последовательность наложения красок в комплекте цветodelенных фотоформ — весьма существенный фактор не только в пробной печати, но и в способе цветопробы. Поведение отдельных цветов в способе «Хромалин» при изменении последовательности наложения красок должно быть выявлено посредством предварительных испытаний.

Если все данные проверок получены, то на пути стабильности и повторяемости результатов технологического процесса изготовления копий способом «Хромалин» больше нет препятствий.

Весь технологический процесс проводится в помещении, где нет источников ультрафиолетового излучения.

При **ламинировании** трехслойный хромалин-ламинат (рис. 3.5, между двумя несущими слоями заключен слой липкого фотополимера толщиной 6 мкм) после размотки и удаления одного из несущих слоев наносится на хромалиновую подложку при температуре 100-110°C и под давлением. Для каждого способа — позитивного или негативного — выпускаются специализированные ламинаторы (рис. 3.6).

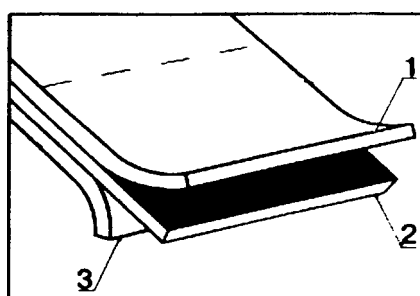


Рис. 3.5. Пленка «Хромалин» (ламинат): 1 — защитная пленка, 2 — фотополимер, 3 — полипропиленовая пленка.

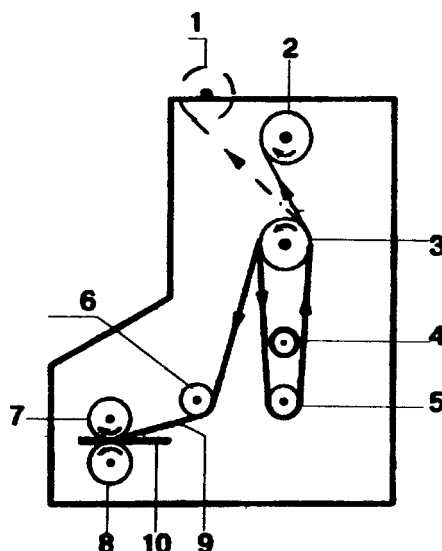


Рис. 3.6. Схема хромалин-ламинатора:

1 — вал для намотки полипропиленовой пленки в положении зарядки, 2 — вал для намотки полипропиленовой пленки во время работы, 3 — рулон пленки «Хромалин», 4 — направляющий ролик в положении зарядки, 5 — направляющий ролик в рабочем положении, 6 — направляющий ролик, 7 — нагревательный вал, 8 — опорный вал, 9 — Хромалин на защитной пленке, 10 — подложка.

Экспонирование производится в вакуумной копировальной раме источником света (металлогалогенной лампой) через «Кокомо-фильтр» (пропускающий только ультрафиолетовое излучение) при расположении фотоформы и ламинированной хромалиновой подложки слоем к слою. Применяется суммирующий счетчик, точно дозирующий количество света.

Для точной приводки обычно используются приводочные системы, такие как при многокрасочных работах.

В способе хромалин-негатив (C4/CNII) слишком длительное экспонирование приводит к более «глубоким теням» (увеличению по сравнению с фотоформой площади каждого отдельного элемента, особенно заметному в тенях изображения); слишком короткая экспозиция — к уменьшению площадей растровых элементов на светлых участках, что сразу становится видно, по невозпроизведению (потере) «светов» или тонких растровых элементов.

При **ручном проявлении** непосредственно после экспонирования защитная пленка удаляется с фотополимера. Затем на него легкими прикосновениями тампона наносится пигмент и движениями в разных направлениях равномерно распределяется на все участки, сохранившие липкость. Избыточный пигмент удаляется специальной салфеткой (даст-клоз). Процесс для следующего цвета начинается вновь с ламинирования.

Хотя этот простой способ пигментирования и дает при достаточном навыке и постоянных условиях удовлетворительные результаты, но все же (если принять во внимание малые значения допусков на параметры процесса изготовления пробной копии) целесообразно использовать механизированное пигментирование. После экспонирования и снятия защитной пленки хромалин-подложка проводится через машину автоматического пигментирования (проявления) ATM 2900 или ATM П. Пигментирование и очистка производятся в стабильных условиях и обеспечивают высокую равномерность нанесения пигмента. Для каждого цвета имеется собственный бокс, в котором тонер и очиститель обеспечивают равномерную обработку.

Фирма «Дюпон» подчеркивает способность своих тонеров соответствовать каждой цветовой шкале, например для европейской шкалы или для шкалы DIN 16508. Кроме этого, для окончательной отделки используются также тонеры различных оттенков.

Когда нанесены все цвета на пленку, т.е. для каждого цвета выполнено ламинирование, экспонирование и пигментирование,

в заключение следует произвести еще одно ламинирование. Этот последний слой хромалиновой пленки выполняет следующие функции:

1) защиту от повреждений последнего цветного слоя, так как его пигментные частицы располагаются ближе всего к поверхности;

2) придание равномерного глянца всей пробной копии после того, как слой будет экспонирован без фотоформы и защитная пленка удалена.

При экспонировании последнего слоя можно, например, использовать контактный корешковый растр, а затем произвести пигментирование матирующим тоном или таким, который соответствует оттенку запечатываемого материала. Таким образом, цветопробу можно привести в визуальное соответствие с оттиском на тиражном материале. Этот этап называется *окончательной отделкой*.

Изготовление хромалиновой пробы с позитивной или негативной фотоформы при формате A4 занимает около 20 мин. При максимальной ширине четырехкрасочного пробного оттиска формата 70*100 см на изготовление цветопробы способом фирмы «Дюпон» требуется около 30 мин.

«Дюпон» рекомендует температуру производственного помещения 21-25°C, а относительную влажность воздуха во время процесса «Хромалин» — от 40 до 60%. Помещение должно быть защищено от ультрафиолетового излучения.

Для выполнения цветопробы требуется следующее оборудование: ламинатор 2700, тонерная консоль, тампоны с тонер-боксами и салфетка (даст-клоз) для удаления излишков пигмента, машины автоматического тонирования (проявления) ATM 2900 или ATM П (все наименования — с добавочным обозначением «хромалин»).

Для экспонирования используется вакуумный контактно-копировальный автомат с металлогалогенной лампой в качестве источника света и с Кокомо-фильтром, пропускающим только ультрафиолетовое излучение.

Для эффективной работы следует пользоваться стандартной системой приводки.

Пленка «Хромалин» выпускается в рулонах шириной 304, 356, 508, 635 и 685 мм и длиной 30,4 и 91,4 м.

Ни одна хромалиновая копия не должна изготавливаться без контрольной шкалы Евростацдарта. Это как бы паспорт копии. По шкале можно визуально или с помощью измерительной техники определить, как она была изготовлена.

Цветные пигменты представлены на рынке под обозначением «тонер». Современный ассортимент содержит разнообразные голубые, пурпурные, желтые, черные тонеры, а кроме того — многочисленные специальные цвета, металлизированные и финиш-тонеры (для окончательной отделки).

Изготовление флексографских печатных форм из жидких фотополимерных композиций

Для изготовления флексографских печатных форм могут быть использованы как жидкие фотополимерные композиции, так и твердые фотополимерные пластины.

Жидкую фотополимерную композицию заливают в специальную раму, высота которой определяется необходимой толщиной печатной формы. Поверхность композиции разравнивают ракелем (рис. 3.7 и 3.8).

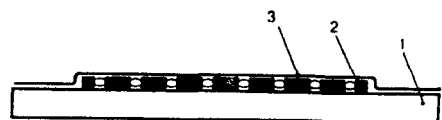


Рис. 3.7. Подготовка негатива к заливке жидкой композицией:

1 — стекло устройства для экспонирования, 2 — негатив, 3 — защитная пленка.

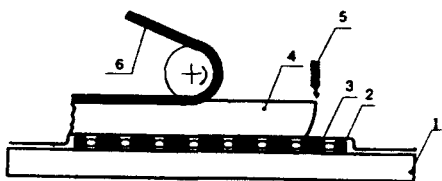


Рис. 3.8. Формирование из жидкой композиции объема печатной формы:

1 — стекло устройства для экспонирования, 2 — негатив, 3 — защитная пленка, 4 — незатвердевшая фотополимерная композиция, 5 — ракель, 6 — несущая пленка-основа.

Раму укладывают между тонкими полиэфирными пленками в устройство для

экспонирования, оснащенное ультрафиолетовыми источниками света. Между нижней защитной пленкой и стеклом экспонирующего устройства укладывают негатив эмульсионной стороной к фотополимерной композиции. Над пленкой, которая станет основой (подложкой формы) устанавливают второе экспонирующее устройство (рис. 3.9).

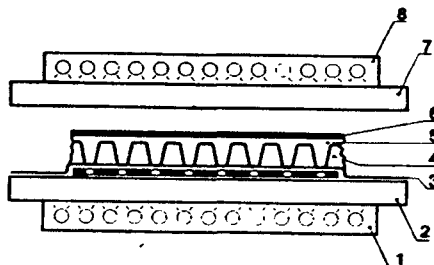


Рис. 3.9. Экспонирование фотополимерной формы из жидкой композиции:

1 — источник УФ-света, 2 — стекло экспонирующего устройства, 3 — защитная пленка, 4 — незатвердевшая фотополимерная композиция.

5 — затвердевшая фотополимерная композиция,

6 — несущая пленка-основа, 7 — стекло экспонирующего устройства, 8 — источник УФ-света.

При экспонировании снизу через негатив образуется рельеф вследствие затвердевания облученной УФ-излучением фотополимерной композиции. На участках, защищенных негативом от света, композиция остается жидкой. При экспонировании сверху несущая пленка-основа прочно соединяется с фотополимерной композицией и впоследствии служит подложкой формы, обеспечивая стабильность размеров. Величиной экспозиции снизу и сверху регулируется глубина рельефа. Твердость формы зависит от вида (состава) используемой фотополимерной композиции (рис. 3.10 и 3.11).

Изготовление флексографских печатных форм из твердых фотополимеров

Твердые фотополимерные пластины для изготовления флексографских печатных форм по своему строению можно разделить на однослойные и многослойные.

Однослойные пластины представляют собой нанесенный на полиэфирную недеформирующую подложку и прочно с ней

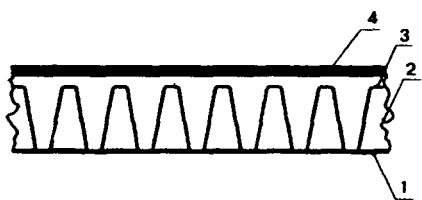


Рис. 3.10. Образование рельефа при экспонировании через негатив:
1 — защитная пленка, 2 — незатвердевшая фотополимерная композиция, 3 — затвердевшая фотополимерная композиция, 4 — несущая пленка-основа.

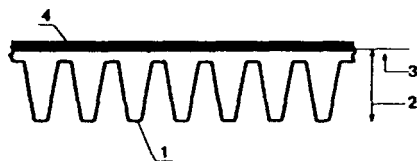


Рис. 3.11. Рельефная печатная форма после вымывания:

1 — затвердевшая фотополимерная композиция, 2 — рельеф, 3 — основание формы, 4 — несущая пленка-основа.

соединенный фотополимерный слой (в зависимости от назначения пластины он может быть разной толщины), покрытый полиэфирной защитной пленкой. Эта пленка служит защитой от механических повреждений и воздействия кислот. Перед основным экспонированием она удаляется (рис. 3.12).

Твердость таких пластин также различна в зависимости от области применения, но одинакова по всей поверхности пластины. У пластин этого типа различна и глубина вымывания.

Многослойные пластины представляют собой следующее. На несущий слой, обладающий незначительной твердостью, толщина которого может быть разной в зависимости от назначения пластины, нанесена размероустойчивая (стабилизирующая) полиэфирная пленка. Поверх нее располагается рельефообразующий фотополимерный слой повышенной твердости, всегда имеющий одинаковую толщину. Стабилизирующая пленка прочно соединена с обоими слоями. Для защиты от механических повреждений и воздействия кислот

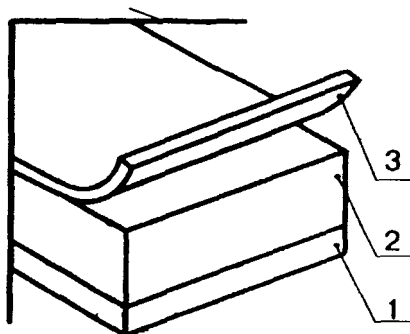


Рис. 3.12. Структура однослойной пластины:
1 — полиэфирная подложка, 2 — фотополимерный слой, 3 — защитный слой.

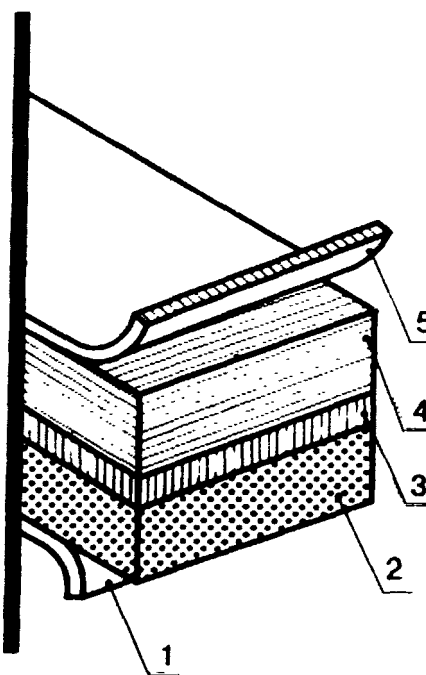


Рис. 3.13. Структура многослойной пластины:
1 — нижняя защитная пленка, 2 — несущий слой (подложка), 3 — стабилизирующая полиэфирная пленка, 4 — фотополимерный слой, 5 — верхняя защитная пленка.
такая пластина с обеих сторон покрывается защитной пленкой (рис. 3.13). Верхняя пленка удаляется перед экспонированием.

Фотополимерные пластины Cyrel*. Термином Cyrel* называют также быстрый и простой технологический процесс изготовления

печатных форм для флексографской печати. В этом технологическом процессе используются фотополимерные синтетические материалы, которые заменяют ранее использовавшиеся резиновые материалы и матрицы, необходимые для их производства.

По сравнению со сложным технологическим процессом изготовления резиновых печатных форм процесс Cygel* имеет несколько технических и экономических преимуществ.

Процесс имеет меньшее количество технологических операций и может быть легко освоен.

Хорошие результаты могут быть получены даже для тех заказов, которые — по техническим и экономическим причинам — приходилось ранее исполнять, используя другие способы печати.

Несмотря на свою простоту, этот процесс позволяет получить формы, хорошо воспроизводящие как штрихи, линии и плашки, так и растровые полутоновые изображения.

Высокая четкость и точность размеров делают пластины Cygel* в настоящее время предпочтительным материалом печатных форм для печатания высококачественных многоцветных полутоновых изображений.

Пластины Cygel* выпускаются различных размеров и толщин. При выборе пластины учитывается диаметр формного цилиндра, глубина рельефа и тип двусторонней липкой ленты.

При небольших диаметрах (например, в малоформатных машинах для печати липких этикеток) используются тонкие пластины, а для печати на неровных поверхностях (например на гофрокартоне) выбираются толстые пластины, из которых изготавливают формы с глубоким рельефом.

Независимо от толщины пластины процесс полимеризации фотополимера протекает в них одинаково. Рекомендуемая глубина рельефа в зависимости от толщины различных пластин приводится в табл. 3.2.

Толщина полиэфирной основы обычно составляет 0,127 мм, но может быть и другой.

Обозначение пластины Cygel* состоит из двух элементов цифр (например, «112») и названия (например, «HOS»). Цифры

Таблица 3.2
Пластины Cygel* (толщина пластины —
глубина рельефа)

0,76	0,5
1,14	0,6
1,70	1,0
2,28	1,0
2,54	1,0
2,72	1,0
2,84	1,0
3,17	1,0
3,94	2,5
4,32	3,0
4,70	3,0
5,00	3,0
5,50	3,0
6,35	3,5
6,50	3,5

показывают толщину пластины в единицах 1/1000 дюйма. Таким образом, пластина типа 112 имеет общую толщину 2,84 мм.

Фотополимерные пластины Cygel* могут быть разделены на две основные группы:

1) для печати на гибких упаковочных основах из пленки и бумаги;

2) для печати на картоне, гофрированном картоне и других материалах с неровной поверхностью.

Обе эти группы имеют одинаковые компоненты, рецептура которых откорректирована в соответствии с требованиями различных областей применения пластин.

Оба типа пластин могут использоваться при работе с обычными красками для флексографской печати, основу которых составляют этиловый спирт и вода. Пластины несовместимы с агрессивными растворителями, такими, как ацетаты и кетоны.

Пластины группы 1

Cygel*—HLS—HOS—PQS—PLS

Твердость пластин этой группы больше, чем пластин группы 2. Они более жестки, позволяют получить меньшую точку и более четкие полутоновые переходы при печати.

Пластины Cygel HLS*

Эти пластины являются универсальными фотополимерными пластинами для высококачественной цветной печати на материалах для гибкой упаковки, пакетах, обоях и др. Широкий диапазон времени

экспонирования позволяет использовать процесс изготовления форм без маскирования.

Пластаны Cyrel* HOS-HOF

Эти пластины — очередное достижение фирмы «Дюпон» в области создания высококачественных фотополимерных пластин. Высокая стойкость к воздействию озона и дневного света обеспечивает удобство в работе и отличную стабильность параметров пластин при хранении. Высокая разрешающая способность пластин позволяет использовать их для цветной растровой печати. Необходимая твердость гарантирует высокое качество печати.

Пластины Cyrel* PQS-PLS

Эти пластины — последнее достижение в области создания двухслойных фотополимерных пластин для высококачественной растровой печати на материалах для гибкой упаковки, пакетах, обоях и др.

Пластины группы 2

Cyrel* TDR — это фотополимерные пластины для высокорельефных форм, которые используются для печатания на гофрированных поверхностях. Для обеспечения плотного контакта формы с запечатываемой неровной поверхностью пластины имеют меньшую твердость по Шору и большую толщину, чем пластины группы 1. Широкий диапазон экспозиций позволяет работать без маскирования. Глубокий рельеф изображения позволяет получать чистые и четкие печатные изображения на неровных поверхностях.

Условия хранения материалов

Срок гарантии материалов Cyrel* составляет 12 месяцев, но в большинстве случаев пластины могут использоваться в течение более продолжительного времени без ухудшения их качества.

Коробки с материалами должны храниться только в закрытом виде и горизонтально. Нельзя укладывать более 5 коробок одного размера одна на другую. Для хранения больших объемов должны быть сделаны специальные стеллажи. Даже закрытые коробки нельзя хранить в местах, доступных для прямого солнечного света или вблизи нагревательных приборов. Тепло вызывает преждевременное старение пластин.

Правила обращения с необработанными материалами

Вскрытые коробки не должны лежать одна на другой, они должны храниться отдельно в горизонтальном положении. Рекомендуется хранить необработанные материалы в специальных устройствах. При хранении коробок в сухом и прохладном помещении при температуре от 4°C до 38°C контроль влажности не требуется. Работа с открытыми коробками и необработанными пластинами, а также их хранение должны осуществляться при специальном освещении.

Нельзя допускать попадания белого света и ультрафиолетовой радиации на необработанные пластины. Длительное воздействие обычного дневного света, освещения неоновыми и нормальными лампами накаливания может вызвать преждевременную полимеризацию пластин.

Окна и верхнее освещение должны быть закрыты специальными пленочными светофильтрами компании «Дюпон» марки DP 480 (акриловым материалом марки 2208 желтого цвета). Существуют и другие пленки, поглощающие ультрафиолетовое излучение, которые также можно использовать для этих целей. Но прежде чем их устанавливать, необходимо проверить их на светопропускаемость.

Люминесцентные лампы с янтарным, золотистым или желтым светом также подходят для освещения рабочего места. Упомянутые выше фильтрующие пленки могут использоваться для экранирования белых люминесцентных ламп.

Нельзя класть тяжелые предметы на распакованные пластины. Нельзя класть на край стола пластины большого размера или длинные узкие полоски материала. Рекомендуется класть пластины и их обрезки защитной пленкой вверх на твердое ровное основание, не допуская прогиба пластин в центре.

Обрезки необработанных пластин не должны храниться как попало один на другом. Они должны быть разложены отдельно рядом друг с другом. При необходимости могут использоваться прокладки из коробок.

Определение ориентации пластины

Для определения ориентации пластины надо отогнуть один угол пластины вверх. Та сторона, с которой от пластины отделяется пленка (т.е. защитная пленка), будет лицевой стороной («сторона эмульсии»). Полиэфирная основа не отделяется от полимерного слоя.

Защитную пленку нельзя отделять до момента экспонирования, так как сразу после ее отделения начинается старение пластины.

Наличие пузырьков воздуха между защитной пленкой и фотополимером отрицательно влияет на необработанную пластину. Могут возникнуть такие дефекты пластины, которые можно будет заметить только после ее обработки и которые приведут к плохим результатам печати. Снятый с полимера защитный лист не может быть обратно возвращен на свое место с плотным контактом. Пластина без защитного листа должна быть немедленно подвергнута обработке.

Разрезание необработанной пластины Cyrel*

Для резки необработанной пластины прежде всего нужны горизонтальная гладкая поверхность и режущий инструмент. Может подойти резак для бумаги. Рекомендуется периодически обрабатывать режущие ножи противоконтактным веществом. Для резки пластин больших размеров требуются ротационные самозаостряющиеся ножи.

Если для резки используется резак для бумаги, то пластину надо класть защитной пленкой вверх. Разрезание должно происходить быстро, с постоянной силой нажатия. Нож должен проходить вплотную к режущей кромке неподвижного ножа. Рекомендуется использовать фиксатор положения пластины.

При ручной резке надо использовать стальную линейку. При всех способах резки надо оставлять поля по 5-8 миллиметров от каждой кромки негатива.

Техника безопасности при работе с оборудованием и материалами Cyrel*

Общие факторы. В технологическом процессе изготовления фотополимерных

флексграфских печатных форм используются широко распространенные продукты химической промышленности и растворы. Как обычно, при работе с этими веществами необходима соответствующая защита рук и лица. Нельзя допускать контакта этих химических продуктов с кожей и слизистой оболочкой. Строгое следование правилам безопасности гарантирует безопасную работу и защиту окружающей среды от загрязнения.

При работе с продуктами химической промышленности должны соблюдаться общие правила безопасности в химической промышленности, предусматривающие следующие положения:

- оператору запрещается есть, пить или курить в рабочем помещении;
- во время работы с химическими продуктами должны быть надеты защитные очки. Рекомендуется при работе с некоторыми химическими продуктами использовать резиновые перчатки или другую защитную одежду;
- помещение, в котором используются растворы или которое может быть подвержено загазовыванию и задымлению, должно быть оборудовано соответствующей системой вентиляции;
- для защиты глаз от ультрафиолетового излучения необходимо использовать защитные очки.

Материал Cyrel*

Неэкспонированный материал Cyrel* состоит из реактивных химических продуктов, которые способны вызвать раздражения при прямом контакте с кожей. Поэтому они покрыты инертной полиэфирной основой и сверху закрыты аналогичной защитной пленкой. Даже после удаления защитной пленки Mylar остается тонкий слой в качестве дополнительной защиты.

Не рекомендуется использовать снятую защитную пленку Mylar для каких-либо других целей.

С готовыми печатными формами можно работать без боязни получения какого-либо раздражения.

Технологические машины

Технологические установки сконструированы таким образом, что при их правильной

эксплуатации они не представляют никакой опасности для оператора. Во время технического обслуживания основной выключатель должен быть выключен, а все электрошнуры отсоединены. Это необходимо делать даже при замене ламп и при этом использовать защитные перчатки (во избежание опасности поражения током).

Экспонирующее устройство

В устройстве для экспонирования используются ультрафиолетовые трубчатые лампы, которые работают главным образом в ультрафиолетовом диапазоне А (350-400 нм), но не исключается полностью и ультрафиолетовое излучение в диапазоне В.

В любом случае необходимо избегать прямого попадания ультрафиолетовых лучей в глаза. Хотя большинство световых волн, которые используются в этом технологическом процессе, не представляют опасности, тем не менее может иметь место незначительное ультрафиолетовое излучение диапазона В. Поэтому всегда необходимо использовать защитные приспособления для глаз.

Во время финишнга используется ультрафиолетовое излучение диапазона С, которое наносит вред глазам и мягким тканям. По этой причине обслуживать финишнг должен специально проинструктированный и подготовленный персонал.

Процессор и сушильная камера

Для технологической обработки материалов Cugel* используются либо смесь перхлорэтилена и бутанола (перхлорэтилен/бутанол), либо раствор Оптизол-737. Перхлорэтилен/бутанол может наносить вред окружающей среде и организму человека, если с ним обращаться неправильно.

Конструкция процессора и сушильной камеры сделана таким образом, что вредные воздействия при экспонировании и вымывании минимальны. Вытяжка паров осуществляется через вентиляционную систему.

В эксплуатации еще находятся ранее изготовленные машины для вымывания, которые не имеют «встроенных» вентиляционных систем, о которых речь шла выше, и поэтому необходимо иметь в виду следующее:

1) процессор и сушильная камера должны быть соединены с вытяжной системой достаточной производительности;

2) необходимо обеспечить хорошую вентиляцию на рабочем месте и достаточную подачу свежего воздуха;

3) так как пары растворителей, которые образуются от вымывного раствора, тяжелее воздуха, то отсасывающий трубопровод должен быть расположен рядом в нижней части помещения (руководство по монтажу содержит подробные указания);

4) оператор должен аккуратно извлекать пластину из процессора и избегать вдыхания паров раствора; нельзя дотрагиваться до влажных пластин незащищенными руками (необходимо использовать защитные перчатки).

Вымывной раствор перхлорэтилен/бутанол

Одним из возможных вымывных растворов для флексографских пластин Cugel* может служить смесь н-бутилового спирта (n-бутанол, C_4H_9OH) и перхлорэтилена (C_2Cl_4). Эта смесь требует осторожного обращения.

Бутанол — воспламеняющаяся жидкость, температура воспламенения которой приблизительно 29°C.

Перхлорэтилен представляет собой хлорированный углеводород, который часто применяется для сухой чистки и обезжиривания металлических частей. Нельзя его путать с трихлорэтиленом, который также используется для этих целей. Как и все хлорированные углеводороды, перхлорэтилен трудно поддается разрушению. Даже самые маленькие количества перхлорэтилена могут загрязнить значительное количество воды, и поэтому нельзя допускать его попадания в грунтовые воды. При хранении большого количества перхлорэтилена необходимо строго соблюдать соответствующие правила хранения. Пролитый раствор должен быть хорошо смыт соответствующим моющим веществом и удален с предосторожностью как специальный отход.

Существуют определенные правила удаления паров перхлорэтилена с применением фильтров.

Приготовленный вымывной раствор, состоящий из 3 объемных частей перхлорэтилена

и 1 объемной части n-бутанола, имеет температуру воспламенения около 51°C и не воспламеняется при комнатной температуре. Но при высоких температурах могут выделяться взрывоопасные пары бутанола. По этой причине запрещено зажигать огонь и курить в помещениях, в которых обрабатывают пластины Cygel* перхлорэти-лен/бутаноловым вымывным раствором.

Смесь перхлорэтилена и бутанола представляет собой бесцветную летучую жидкость с запахом хлора. Она не смешивается с водой и в воде нерастворима. Из-за ее высокого удельного веса раствор при смешивании с водой опускается на дно. Пары тяжелее воздуха. При переливании или смешивании вымывного раствора перхлорэтилен/бутанола резервуар необходимо заземлить во избежание электрического разряда или возможного образования искры.

Для хранения необходимо использовать резервуары из стали, оцинкованного железа или твердого поливинилхлорида. Резервуары следует заполнять только на 3/4 объема, чтобы имелось достаточное пространство для образующихся паров.

Защита здоровья

Перхлорэтилен может проникать в организм человека и через органы дыхания, и непосредственно через кожу. Его очень трудно выводить из организма человека. Он может накапливаться в различных органах человеческого организма. Перхлорэтилен оказывает обезжиривающее действие на кожу.

Если нельзя избежать прямого контакта (при транспортировке вымытых пластин от процессора до сушилки), то необходимо носить специальные резиновые перчатки и защитные очки.

Если капли раствора попали в глаза, то их надо промывать чистой водой не менее 15 минут. После этого необходимо обратиться к врачу.

Загрязненная одежда должна быть немедленно заменена. Загрязненные участки кожи следует промыть мягким мылом.

При обработке большого количества пластин возможно увлажнение рук от запотевания внутренней поверхности резиновых перчаток (особенно в теплую погоду).

Рекомендуется в этом случае время от времени обрабатывать руки веществом, обладающим антисептическими свойствами. После промывки в воде с мылом используйте безводное ланолиносодержащее жидкое средство ухода за кожей.

Альтернативный раствор Оптизол-737

Альтернативный раствор Оптизол-737 представляет собой смесь изогептилацетата и изогептилалкоголя. Он не содержит хлорированные углеводороды. Тем не менее необходимо соблюдать обычные меры предосторожности при работе с этим раствором.

Химический финиш

Необходимо разместить установку на специальном поддоне и засыпать в него нейтрализующие химические продукты.

Нельзя работать с установкой для финишнга или открывать ее при отключенной вентиляции.

Необходимо носить защитную одежду (халат, фартук, перчатки, защитные очки).

Растворы для финишнга

Существует два способа окончательной обработки и подготовки высушенных пластин для печатного процесса. Один из них (химический финишнг) — это использование водной основы хлорида и брома. Он приготавливается путем смешения хлорида и брома в хлористоводородной кислоте.

Для химического финишнга рекомендуется использовать финишнговую установку Cygel* L/FR. Если в силу специфических обстоятельств финишнг должен проводиться в открытом корыте, то это должно быть сделано только с использованием хлорида (не брома!) и с использованием мощной вентиляционной системы.

В целом существует несколько правил по работе с химическими продуктами:

- Смешивание растворов, обладающих высокой степенью выпаривания, необходимо проводить под вытяжной системой. Необходимо надеть защитные очки и резиновые перчатки.
- Хлоридную и бромовую основу нельзя смешивать в концентрированной кислоте. Сначала следует размешивать в воде

химические продукты в виде порошка, а затем добавлять кислоту.

- Кислоту нужно добавлять в воду

-Использованные растворы перед сливом должны быть нейтрализованы каустической содой, углекислым натрием или двууглекислым натрием.

Технология изготовления печатных форм Cyrel*

Основу технологии составляет процесс полимеризации, который инициируется воздействием на фотополимер коротковолнового ультрафиолетового излучения. На недеформируемую полиэфирную основу сверху наносится высокоэластичный фотополимерный слой.

Материал защищен от механических повреждений и влияния кислорода защитной пленкой. Пластина чувствительна к теплу, обычному дневному свету, ультрафиолетовому излучению и коротковолновому искусственному свету. С материалом необходимо работать при желтом свете.

В течение процесса фотополимеризации оригинальные физические свойства материала меняются таким образом, что это вещество больше не может быть вымыто соответствующими растворами.

Процесс изготовления флексографских печатных форм Cyrel* состоит из шести этапов. Три из них — это поэтапное экспонирование.

Первые два экспонирования осуществляются до процесса вымывания. Третье экспонирование является конечным этапом (рис. 3.14). Если финишнг осуществляется при ультрафиолетовом освещении, то он может сочетаться с окончательным экспонированием.

Экспонирование оборотной стороны пластины является первым этапом изготовления формы. Оно представляет собой ровную засветку оборотной стороны пластины через полиэфирную основу без использования вакуума и негатива и осуществляется в целях:

1) повышения светочувствительности фотополимера для сокращения времени основного экспонирования,

2) обеспечения стабильного построения печатающих элементов и увеличения

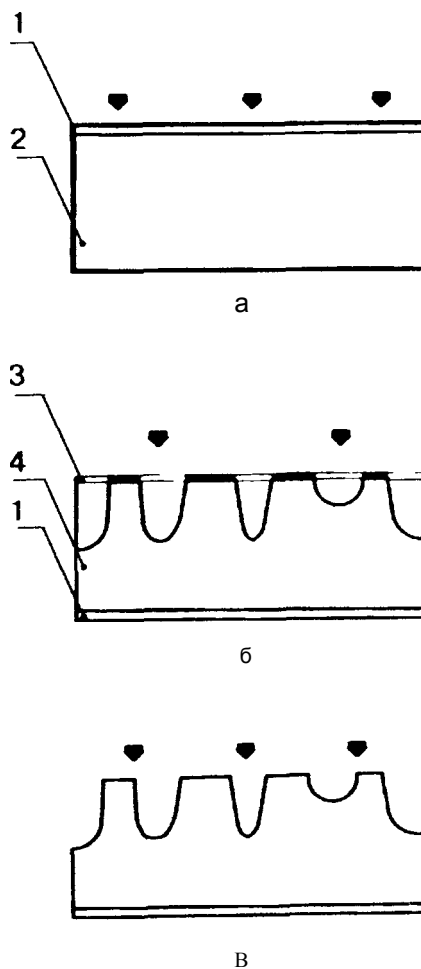


Рис 3 14 Экспонирование фотополимерных пластин

а — экспонирование оборотной стороны, б — основное экспонирование, в - заключительное экспонирование (1- подложка, 2 — защитная пленка. 3—негатив. 4—фотополимерный слой)

срока службы формы путем фиксирования элементов изображения на основании (цоколе) печатной формы,

3) обеспечения адгезии между полиэфирной основой и слоем полимера,

4) построения основы — будущей печатной формы;

5) ограничения проникновения раствора в полимерный материал и ограничения глубины вымывания

Экспонирование оборотной стороны пластины является очень важной технологической операцией в процессе изготовления пластины. Каждая пластина должна засвечиваться с оборотной стороны.

Экспонирование оборотной стороны повышает светочувствительность полимера и образует основание рельефа необходимой высоты.

Повышение чувствительности, называемое также сенсбилизацией, происходит уже в первые секунды экспонирования

Основание начинает формироваться после начала поглощения кислорода в результате полимеризации мономера. Во время засветки оборотной стороны пластины начинает увеличиваться толщина основания (цоколя), и поэтому соответственно уменьшается глубина рельефа. Время экспонирования оборотной стороны пластины определяется временем полной полимеризации требуемой толщины основы, которая равна разнице между общей толщиной пластины и глубиной рельефа.

Правильное экспонирование оборотной стороны пластины не оказывает никакого влияния на печатающие элементы. Оно задает пределы возможной глубины вымывания. Даже при более продолжительной, чем это требуется, операции вымывания получаемый рельеф не будет более глубоким. Тем не менее излишне длительное вымывание иным образом может повредить рельеф, и поэтому его следует избегать.

При недостаточном экспонировании оборотной стороны пластины между сформированной основой и рельефными элементами изображения остается не подвергнутый процессу полимеризации полимерный материал, что может вызвать определенные дефекты во время операции вымывания. Элементы изображения могут быть полностью или частично вымыты.

При слишком продолжительном экспонировании оборотной стороны пластины полученное основание будет излишне толстым, поэтому невозможно будет добиться требуемой глубины рельефа. Это окажет особенно отрицательное влияние на негативные элементы изображения, так называемую «выворотку», так что в отдельных случаях ее может не быть вообще.

Основное экспонирование (экспонирование изображения)

Во время основного экспонирования происходит формирование рельефа изображения в результате полимеризации мономера пластины. Печатающие элементы формируются на поверхности пластины, причем по высоте — в виде конусов. В отличие от засветки оборотной стороны пластины основное экспонирование осуществляется со «стороны эмульсии» пластины через негатив. С пластины снимается защитная пленка, после этого негатив фиксируется вакуумом на поверхности пластины и производится экспонирование (рис 3.15)

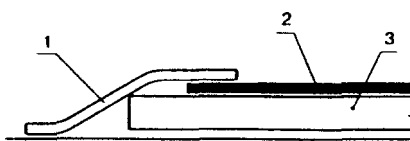


Рис 3.15 Расположение по краям непрозрачных маскирующих полосок при экспонировании негатива

1 — непрозрачная маскирующая полоска пленки. 2 — негатив, 3 — фотополимерная пластина

Основное экспонирование считается достаточным, если образовалась прочная связь элементов изображения с основой, которая была сформирована в результате засветки оборотной стороны пластины. При этом не должно быть неполимеризованного материала между элементами рельефа и основанием формы.

Нельзя допускать более продолжительного основного экспонирования, чем это необходимо. От этого зависит качество элементов изображения, которые должны быть перенесены с негатива на пластину.

Необходимо соблюдать следующие нижние пределы: толщина отдельных линий — не менее 0,17 мм; диаметр отдельных растровых точек — не менее 0,25 мм; площадь печатающих элементов в полутонах и шрифта в 4 пункта — не менее 2% при линиатуре 48 лин/см

Если следовать этим рекомендациям, то все элементы изображения будут перенесены на пластину правильно, без каких-либо потерь изображения

При недостаточном основном экспонировании полимеризация не распространяется вплоть до основания. Основания печатающих элементов изображения остаются погруженными в мономер, образуются неудовлетворительные конусы боковых граней.

В процессе вымывания стенки печатающих элементов изображения разрушаются. Тонкие линии становятся волнистыми и впоследствии не выравниваются.

Отдельные точки или полутоновые места с мелкими растровыми точками (в светлых местах рисунка) вымываются полностью, детали изображения теряются.

Печатная поверхность приобретает так называемый эффект «апельсиновой корки».

При слишком продолжительном основном экспонировании:

1) негативное изображение (выворотка) и растровые точки в тенях изображения становятся плоскими или располагаются очень близко друг к другу;

2) формы выглядят нечеткими, и пробельные элементы частично или полностью заполняются краской во время печатания;

3) при полутоновых негативах размеры точек увеличиваются, изображение выглядит более темным и имеет искаженную градиционную характеристику;

4) в процессе печатания требуется более частая очистка (смывка) форм.

Важным качеством фотополимерных пластин Cyrel* является точный перенос информации об изображении с пленки на пластину и хорошее формирование рельефа. Двумерное изображение с пленки превращается в трехмерный рельеф, поверхность которого является точной копией изображения на пленке. Даже при несколько различном времени экспонирования не происходит существенного изменения размеров печатающих элементов. Ширина линий и диаметры точек на пластине полностью соответствуют этим элементам на негативе. Но при более продолжительном времени экспонирования уменьшается глубина рельефа печатающих элементов и особенно негативных изображений (вывороток).

При рассеянном освещении (группа ламп вместо отдельных источников света) рельеф становится более плоским по мере увеличения времени экспонирования. Таким

образом, уменьшается глубина негативного изображения и пробелов между печатающими элементами позитивного изображения.

Время основного экспонирования считается правильно выбранным, если достигаются упомянутые параметры (позитивная линия шириной 0,17 мм, 2%-я точка при 48 лин/см), глубина рельефа негатива шириной 0,8 мм составляет по крайней мере 100 мкм. Эти показатели обычно достигаются при экспонировании на пластинах толщиной до 3 мм.

Если изображение имеет очень мелкие элементы (тонкие линии, очень маленькие растровые точки) или если пластины изготавливаются с глубоким рельефом, то иногда предпочтительно увеличить продолжительность экспонирования для получения стабильного рельефа изображения, но тогда глубина негативного изображения может оказаться слишком малой. В этом случае для получения удовлетворительного результата используют «маскирование».

В процессе вымывания не подвергнутый экспонированию и полимеризации мономер растворяется и смывается с пластины. Остаются только участки, прошедшие полимеризацию и образующие рельеф изображения.

Процесс вымывания начинается с поверхности пластины и распространяется вниз к подложке пластины. В приведенной ниже таблице даются рекомендуемые глубины вымывания для пластин различных типов.

Тип пластины	Рекомендуемая глубина вымывания, мм
30	0,5
45	0,6
67-125	1,0
155	2,5
170-217	3,0
250-255	3,5

В определенных случаях требуется изготовление печатных форм с более глубоким рельефом. Это достигается путем уменьшения времени экспонирования оборотной стороны пластины.

При правильном экспонировании глубина рельефа зависит от условий вымывания.

Недостаточное время вымывания, пониженная температура, несоответствующее давление щеток (низкое давление щеток: щетина щеток не касается поверхности пластины; высокое давление щеток: щетина выгибается, снижается производительность вымывания), пониженный уровень раствора в вымывном резервуаре приводят к слишком мелкому рельефу.

Если вымывной раствор частично или полностью выработан или же неправильная концентрация раствора (избыточная порция бутанола, если используется перхлорэтилен/бутанол), то это также влечет за собой малую глубину пробельных фрагментов.

Избыточное время вымывания, повышенная температура, недостаточная порция бутанола приводят к слишком глубокому рельефу (пластина набухает).

Правильное время вымывания определяется экспериментально при монтаже нового процессора в зависимости от толщины пластины.

Процесс высушивания печатной формы Cyrel*

Пластина в процессе вымывания пропитывается вымывным раствором. Полимеризованный рельеф изображения набухает и размягчается.

Степень проникновения вымывного раствора зависит от степени полимеризации рельефа изображения, времени вымывания и температуры вымывного раствора. Среднее время сушки зависит от толщины пластины. Обычно пластины остаются в сушильной камере до тех пор, пока они не будут сухими на ощупь. Но они сразу не возвращаются к своей нормальной толщине и должны находиться еще 12 часов на открытом воздухе. В сушильной камере возможна «быстрая сушка» путем увеличения температуры. Тем не менее температура в сушильной камере не должна превышать 60°C (рис. 3.16).

Если начать финишнинг плохо просушенной формы, то испарение остатков вымывного раствора будет происходить очень медленно и неравномерно. Такие формы будут неровными. Могут возникнуть большие колебания толщины. Поэтому печатные формы должны быть высушены полностью.

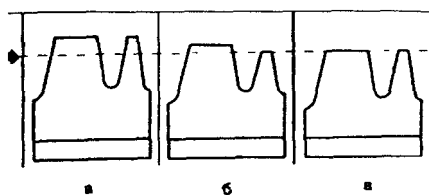


Рис. 3.16. Возврат пластины к нормальной толщине:

а — непосредственно после вымывания, б — после 10-минутной сушки, в — после 60-минутной сушки или 12-часового вылеживания

Финишнинг печатных форм и подготовка их к печати

Высушенная форма Cyrel* имеет блестящую и слегка липкую поверхность. Она чувствительна к пыли и различного рода давлению. Благодаря финишнгу эта липкость поверхности устраняется, форма приобретает свойства стабильности и стойкости к различным растворителям печатных красок.

Финишнинг может быть выполнен химически (с использованием хлорида и брома). Обработка ультрафиолетовым светом диапазона С оказывает на форму такое же действие. При химическом финишннге поверхность становится матовой, при ультрафиолетовом — блестящей.

Подвергнутая финишнгу печатная форма обрезается до окончательных размеров. Углы должны быть закруглены.

Последним этапом изготовления фотополимерной печатной формы является *окончательное экспонирование в течение пяти минут* для гарантированной полимеризации всего мономера в печатной форме. Печатная форма приобретает свою окончательную твердость, структуру поверхности и износостойкость.

Методика экспериментального определения основных параметров технологического процесса

При освоении процесса впервые, а также при изменении производственных условий и при получении каждой новой партии фотополимерных пластин производят уточнение трех технологических параметров: продолжительности экспонирования оборотной

стороны пластины, продолжительности основного экспонирования и продолжительности вымывания.

Методика определения времени вымывания

Время вымывания зависит от типа материала, толщины пластины и требуемой глубины рельефа, а также от характера воздействия на поверхность пластины вымывных щеток и состояния вымывного раствора.

Щетки должны быть отрегулированы в зависимости от толщины пластины, температура раствора должна быть постоянной, а его состав должен соответствовать рецептуре и поддерживаться постоянным.

Для определения оптимального времени вымывания берут четыре небольшие полосы необработанного материала (для барабанных процессоров — размером 5*12 см, для встроенных в линию процессоров — немного больше) и подвергают частичной (1/3 поверхности) засветке в течение пяти минут без негатива и вакуума. Затем эти полосы вымывают в процессоре различное время: пластины с общей толщиной до 3,25 мм — 2, 4, 6, 8 мин, а пластины толщиной более чем 3,25 мм — 6, 10, 14, 18 мин.

Вымытые полосы кладут в сушильную камеру на 10-15 минут. После охлаждения полосок до комнатной температуры измеряют их толщину. Разница между толщиной невымытых и вымытых участков покажет глубину рельефа.

Полученные значения затем переносят на диаграмму с указанием соответствующего времени вымывания. Эти точки затем соединяют и получают кривую, которая показывает зависимость глубины получаемого рельефа от времени вымывания. Если требуется получить рельеф определенной глубины, то эта кривая покажет, какое в этом случае требуется время вымывания (рис. 3.17).

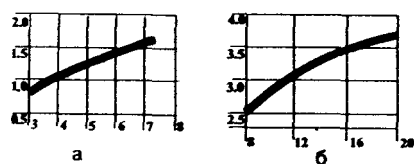


Рис. 3.17- Зависимость глубины рельефа от времени вымывания:
а — тонких пластин, б — толстых пластин.

Правильным временем вымывания будет то, при котором полученная глубина рельефа (согласно диаграмме) будет на 0,3 больше требуемой глубины рельефа. Если требуется получить рельеф глубиной 1,0 мм, то следует выбрать значение, которое соответствует 1,3 мм на диаграмме.

При работе на автоматическом процессоре соответствующие значения программируются перед запуском пластины в обработку.

Определение времени экспонирования оборотной стороны пластины

Правильная засветка оборотной стороны пластины гарантирует хороший профиль печатного рельефа и предохраняет вымывание точек с поверхности пластины.

Условия производственного эксперимента (тестирования) должны быть идентичны рабочим производственным условиям. Поэтому ультрафиолетовое освещение должно быть включено, по крайней мере, за три минуты до начала работы. Интервал между отдельными засветками не должен превышать 30 секунд.

Необходимо учитывать, что интенсивность лампы ультрафиолетового излучения снижается в первые 20 часов работы. После этого она остается постоянной и снижается только в конце срока службы лампы.

Для достижения заданной толщины основания печатной формы необходимо определить оптимальное время экспонирования оборотной стороны. Для этого выполняют контрольные испытания опытного образца пластины. Вырезают полосу из фотополимерной пластины размером примерно 10*40 см и с оборотной стороны размечают таким образом, чтобы получилось 10 полей шириной около 4 см (рис. 3.18).



Рис. 3.18. Разметка образца для контрольных испытаний.

Размеченную полосу фотополимерной пластины укладывают на экспонирующее устройство оборотной стороной к источнику света и без вакуумного прижатия

производят ступенчатое экспонирование, перемещая непрозрачную бумагу (рис. 3.19). В зависимости от толщины пластины период времени между ступенями составляет 10-30 с.

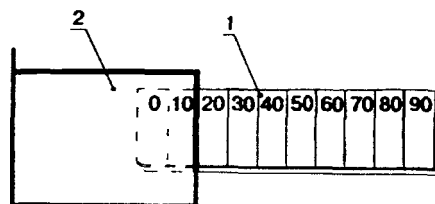


Рис. 3.19. Схема ступенчатого экспонирования: 1 — фотополимерная пластина, 2 — непрозрачная бумага, картон и т.д.

После экспонирования снимают защитную пленку и образец вымывают в течение заранее определенного времени, далее копию высушивают в шкафу в течение 5 мин и охлаждают до температуры помещения.

На полученном образце со ступенчатым рельефом измеряют толщину каждого поля и полученные значения наносят на график (рис. 3.20). По построенному графику можно определить требуемое время экспонирования оборотной стороны в зависимости от необходимой толщины основания печатной формы.

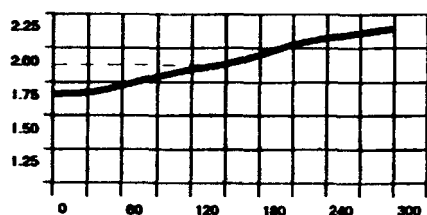


Рис. 3.20. Зависимость толщины основания формы от времени экспонирования оборотной стороны.

Минимальное основание рельефа печатной формы создается уже при изготовлении однослойных фотополимерных пластин. Остальной слой состоит из неполимеризованного фотополимера. Поэтому при изготовлении форм имеется возможность получить заданную глубину рельефа путем соответствующей длительности экспонирования оборотной стороны.

Для печатания часто желателен максимально глубокий рельеф, однако и меньшие

глубины рельефа нередко бывают достаточными. Например, при растровых печатных формах предпочтительнее малая глубина рельефа.

Время экспонирования оборотной стороны должно определяться отдельно для каждого типа пластин, причем каждый раз при использовании новой партии пластин.

Основное экспонирование должно быть проведено не позднее чем через 4 часа после предварительного, так как в течение этого времени сохраняется сенсibilизирующее воздействие засветки оборотной стороны. Через 24 часа после экспонирования оборотной стороны пластина имеет уже исходную чувствительность.

Как только удаляется защитная пленка, чувствительность пластины начинает быстро падать. После снятия защитной пленки пластину следует подвергнуть экспонированию не позднее, чем через 10 мин, чтобы еще можно было использовать преимущества, даваемые засветкой оборотной стороны.

Оперативное определение времени вымывания и экспонирования оборотной стороны пластины. Когда практически определен временной интервал вымывания и засветки оборотной стороны пластины, можно внутри этого интервала воспользоваться лишь двумя точками для построения графика.

Для определения времени вымывания две полоски пластины, которые были частично экспонированы (50% площади), вымывают в течение различных периодов времени: пластины Сугел* типов от 67 до 125 — 3 и 7 минут, а пластины Сугел* типов от 155 до 255 — 12 и 18 минут.

После десятиминутной сушки замеряют толщину вымытого рельефа на двух полосках. После вычитания этого показателя из общей толщины пластины получают глубину рельефа. Оба найденных значения (при различных временных интервалах вымывания) точками переносятся на диаграмму в зависимости от времени вымывания. Точки соединяют прямыми линиями. С помощью диаграммы можно найти время вымывания для требуемой глубины рельефа.

Например: пластина Cyrel* PLS 112

Параметры формы	Время	
	3 мин	7 мин
Толщина засвечиваемой части	2,84мм	2,84мм
Получаемая толщина цоколя	2,04мм	1,64 мм
Глубина рельефа	0,80мм	1,20мм

Для определения времени экспонирования оборотной стороны пластины две небольшие полоски необработанной пластины Cyrel* (например, 10*15 см) засвечивают с оборотной стороны (покровный лист с пластины не снимается) с разным временем экспонирования. Одно экспонирование меньше оптимального времени экспонирования, другое — больше. Например, если время правильного экспонирования составляет около 40 с, то одна полоска необработанного фотополимера засвечивается в течение 20 с, а другая — в течение 60 с.

После этого полоски переворачивают, снимают покровный лист и наполовину закрывают непрозрачным материалом. Открытые участки полосок засвечивают с лицевой стороны под вакуумом в течение 3-10 минут (в зависимости от толщины пластины). Время вымывания должно быть достаточно продолжительным, чтобы даже на полоске, которая экспонировалась менее продолжительный период времени, был вымыт весь материал, который не прошел полимеризацию.

После сушки (10 мин) и охлаждения до комнатной температуры измеряют толщину образовавшегося основания и определяют глубину рельефа на обеих полосках. Полученные значения вносят в диаграмму зависимости глубины рельефа от времени экспонирования и соединяют прямой линией. С помощью этого графика можно найти время засветки оборотной стороны пластины в зависимости от требуемой глубины рельефа.

Определение времени основного экспонирования

Методики, описанные в трех предыдущих пунктах, позволяют достаточно точно определить время экспонирования оборотной стороны пластины и вымывания. Эти

результаты будут постоянными для большинства партий пластин.

Существует три параметра, которые влияют на продолжительность основного экспонирования: чувствительность пластины, интенсивность ультрафиолетового излучения экспонируемых ламп и качество негатива

Определение времени основного экспонирования проводят следующим образом.

1. Полоска необработанной пластины Cyrel* экспонируется со стороны полиэфирного слоя с учетом значений, полученных в результате определения времени засветки оборотной стороны пластины.

2. Снимают с пластины покровный лист и на ее мономерную поверхность плотно прикладывают тест-негатив.

3. Края пластины закрывают маскирующими полосками. Необходимо обеспечить хороший контакт негатива с поверхностью пластины, который достигается с помощью вакуума. Для предотвращения появления дефектов при экспонировании надо убрать все воздушные пузырьки и складки на негативе.

4. Отдельные фрагменты тест-негатива экспонируются с различными временными интервалами.

Базовыми значениями для экспонирования могут служить следующие временные интервалы:

для пластин типов с 67 по 125 — 4,6, 8, 10, 12, 14 мин,

для пластин типов с 155 по 255 — 4, 8, 12, 16, 20 мин.

Время экспонирования может быть увеличено.

5. После основного экспонирования пластина вымывается в течение времени, полученного в результате теста на определение времени вымывания, и затем высушивается в течение примерно 10 минут.

Правильное время экспонирования — это такое время, при котором без искажений воспроизводятся отдельные точки диаметром 0,25 мм и отдельные линии шириной 0,17 мм.

Экспонирование считается недостаточным, если точки полностью вымыты или линии стали волнистыми. Надо иметь в виду, что небольшая волнистость линий

может наблюдаться во время сушки. Поэтому до окончания сушки нельзя составить окончательное мнение о результатах экспонирования.

Среднее время основного экспонирования, которое требуется для правильного воспроизведения отдельных точек или линий, для пластин общей толщиной менее 3 мм:

-от 5 до 8 минут при использовании новых ламп;

-от 7 до 10 минут при использовании ламп, время работы которых превышает 20 часов.

Это время должно быть увеличено в два раза при работе с более толстыми пластинами и глубиной рельефа около 3 мм.

По мере старения ламп также необходимо увеличивать время экспонирования. Счетное устройство экспонирующей установки обеспечивает точный контроль за отсчетом времени и позволяет делать корректировки для увеличения времени экспонирования.

Для деталей или линий негативного изображения (выворотки) обычно требуется более короткое время экспонирования, чем при переносе элементов позитивного изображения. Более продолжительное экспонирование может привести к уменьшению глубины выворотки, которая должна быть, достаточно большой. Опытным путем установлено, что для получения оптимального результата в процессе печатания для линий толщиной 0,8 мм в негативном изображении достаточна глубина 100 мкм.

Определение продолжительности основного экспонирования для растровых печатных форм

Описанный метод определения времени основного экспонирования также может применяться при полутонных негативах. Тем не менее для получения оптимальных результатов необходимо следовать рекомендациям:

Полутонное изображение содержит информацию о светах, полутонах и тенях рисунка, которая передается с помощью растровых точек, различных по величине.

Для сохранения точек в светах изображения необходимо длительное время

экспонирования. С другой стороны, экспонирование должно быть по возможности короче, для того чтобы сохранить растровые точки в тенях изображения и обеспечить удовлетворительную глубину пробелов

Диапазон чувствительности пластин Cyrel* обычно дает возможность работать только с одним временем экспонирования. Очень важно выбрать достаточно продолжительное время экспонирования для точек в светах (точки в светах — это очень маленькие прозрачные точки на темных участках негатива). Для некоторых сюжетов допускается потеря точек в светах изображения с площадью менее 2% на негативе.

Чем выше линиатура раstra, тем мельче точки на светлых и темных участках негатива. Поэтому определение правильного времени экспонирования при высокой линиатуре раstra должно быть более точным, чем при низкой линиатуре раstra.

Время экспонирования, которое было определено во время тестирования растрового негатива, обычно соответствует линиатуре раstra до 34 лин/см. Для более высокой линиатуры необходимо более продолжительное время основного экспонирования

Так как в фотополимерном слое происходит рассеивание ультрафиолетового света, а растровые элементы изображения очень близко расположены друг к другу, то максимальная глубина рельефа будет получена только в светлых участках изображения, если оно вообще будет перенесено на пластину. Поэтому в таких случаях не надо стремиться достичь максимальной глубины. Нормальная глубина рельефа для растровых работ составляет 0,7-0,8 мм.

Если сравнивать процесс изготовления формы со штрихового негатива и процесс изготовления с комбинированного негатива (штриховое и растровое изображения), то время вымывания при растровом изображении должно быть на 0,5-1,0 минуты меньше.

В любом случае рекомендуется увеличить время засветки оборотной стороны пластины до значения, при котором основание формируется с учетом требуемой глубины рельефа. И, наоборот, время основного экспонирования может быть меньше, чтобы получить лучший контраст в тенях

изображения. Выворотка и пробелы между растровыми элементами изображения не должны быстро «забиваться» краской в процессе печатания.

Оптимальные результаты при работе с растровым негативом могут быть получены при соблюдении следующих условий.

Необходимо выбрать линиатуру растра в соответствии с типом запечатываемого материала. Иногда предпочтительнее более низкая линиатура растра, чем более высокая.

Глубина вымывания должна соответствовать требуемому значению.

Должно произойти полное формирование основания рельефа при экспонировании оборотной стороны пластины.

Основное экспонирование должно быть такой продолжительности, при которой надежно получают точки в светах изображения.

Нельзя допускать переэкспонирования, так как оно снижает контраст в тенях и вызывает преждевременное забивание краской пробельных элементов.

Для сложных сюжетов следует определять экспозицию с помощью растрового клина соответствующей линиатуры.

Использование пластин Cyrel* позволяет копировать растровые и штриховые сюжеты вместе на одной пластине. При сложных работах, особенно при работе с формными цилиндрами малого диаметра, может случиться, что растровые участки будут отпечатываться раньше при меньшем давлении, чем штриховые участки и плашки. Если при увеличении общего давления все-таки происходит растискивание растровых точек, то целесообразно разделить растровые и штриховые участки изображения и печатать их с разных формных цилиндров.

Тест-негативы Cyrel*

Каждая печатная форма, полученная на пластине Cyrel*, оригинальна. Это означает, что изображение переносится непосредственно на пластину, без каких-либо промежуточных операций. Поэтому корректура и все изменения могут быть сделаны только в процессе копирования.

Техническая служба компании «Дюпон» разработала несколько тест-негативов, которые используются для определения времени экспонирования и для контроля за технологическим процессом и параметрами печати.

Тест-негативы для определения времени основного экспонирования пластин общей толщиной от 3,94 до 6,50 мм содержат комбинацию из 5-6 одинаковых фрагментов с различными позитивными и негативными элементами изображения.

После засветки оборотной стороны пластины тест-негатив копируется на пластину частями с разным временем экспонирования. После вымывания и высушивания пластины посредством визуального контроля определяют качество всех фрагментов. Тот фрагмент, на котором правильно перенесены все детали изображения, определяет необходимое время экспонирования. При этом можно не обращать внимания на небольшие искажения элементов изображения (волнистость линий), так как они исчезнут во время последующего хранения.

Стандартный тест-негатив для пластин с общей толщиной до 3,25 мм содержит позитивные и негативные линии шириной 0,17; 0,25 и 0,8 мм; позитивные и негативные отдельные точки диаметром 0,25; 0,50; 0,75 и 1,00 мм; растровые участки с линиатурой 34, 42, 48 и 54 лин/см с 2%, 3% и 95% относительной площадью точки; серый растровый клин с линиатурой 48 лин/см с шагом 0,5%. Кроме растрового клина на тест-негативе изображена шкала, представляющая собой 12 прямоугольников (совокупность полей с разной линиатурой и относительной площадью растровых элементов).

При тестировании штриховых негативов на пластине должны быть точно воспроизведены отдельная точка диаметром 0,25 мм и линия толщиной 0,17 мм.

С другой стороны, для растровых работ надо сравнивать соответствие линиатуры растра тест-негатива линиатуре, которая будет использоваться при будущих работах. Здесь очень важно, чтобы 2% или 3% точки в светах (темные участки тест-негатива с очень небольшими

прозрачными точками) полностью перенесены на печатную форму. Значительная чувствительность пластин Cygel* позволяет в то же время воспроизводить 95%-е точки, передавая детали рисунка в тенях.

Тест-негатив для пластин с большой глубиной рельефа (толщиной от 3,94 до 6,50 мм) содержит элементы изображения, которые могут быть отпечатаны на гофрированном картоне или подобном материале с неровной поверхностью: негативные и позитивные линии, ширина которых равна от 0,25 до 1,00 мм и которые расположены перпендикулярно по отношению друг к другу; символы различных размеров; негативные и позитивные отдельные точки диаметром от 0,25 до 1,00 мм; растровые участки с линиатурой от 16 до 24 лин/см с площадью 5,10 и 80%.

При оценке возможностей процесса следует визуально сравнить растровые участки тест-негатива с линиатурой растра, которая будет использоваться при фактической работе.

В флексографии используется большее число печатных параметров, чем в других технологических процессах. Поэтому необходимо найти все переменные величины, которые влияют на результат печати и по мере возможностей стандартизировать их.

Компания «Дюпон» разработала тест-негатив CyFOS, который обеспечивает возможность оценки основных параметров по образцам тестовой печати. С помощью программного обеспечения подсчитанные величины анализируются. Данные, необходимые для качественного воспроизведения способом флексографии, обрабатываются и передаются на сканер.

Комплект тест-негативов CyFOS включает четыре негатива для голубого, пурпурного, желтого и черного цветов. Эти негативы прямые, имеют матированную эмульсионную сторону и используются непосредственно для экспонирования пластин.

В центре верхней трети тестового изображения расположены растровые поля для голубого, пурпурного и желтого цветов, которые при наложении образуют серую шкалу. В результате продолжительных практических работ выяснилось, что приемлемый серый цвет может быть получен,

если отдельные цвета воспроизводятся со следующими значениями зональной оптической плотности изображения: голубой — 1,3-1,4; пурпурный — 1,2-1,3; желтый — 0,95-1,05; черный — 1,4.

Результат визуального определения нейтрального серого цвета в этих тестовых полях значительно зависит от вида освещения. Кроме того, визуальная оценка нейтрального серого цвета вообще очень субъективна: различные эксперты могут иметь разное мнение. Поэтому программное обеспечение CyFOS рассчитывает нейтральный серый, получая информацию непосредственно с отпечатанных растровых полей.

Нижняя часть тестового изображения содержит два элемента. Они позволяют быстро оценить печатный процесс. Воспроизведение основано на предполагаемом увеличении площади точки с 22% до 35%.

Каждый из четырех негативов содержит четыре 14-ступенчатые растровые шкалы с линиатурой растра 34, 42, 48 и 54 лин/см. Эти шкалы содержат поля с относительной площадью 2%, 3%, 4%, 5% и от 10 до 100%.

Тестовые изображения и серые балансовые тестовые поля имеют линиатуру растра 42 лин/см. Для выбора угла наклона растра исходят из того, что анилоксный вал имеет угол наклона растра 45 градусов. Из практики известно, что не должно возникать никаких муаровых проблем, если используются следующие углы наклона растра: желтый — 82,5; пурпурный — 67,5; голубой — 7,5; черный — 37,5. Эти значения использованы в тест-негативах CyFOS для отдельных цветов.

Четыре негатива тестового изображения используются для изготовления четырех различных печатных форм. Формы закрепляют на формных цилиндрах в соответствующих красочных секциях печатной машины. Последовательность наложения красок, которые используются при печатании, определяется (при необходимости) экспериментально.

Изменяемыми параметрами процесса печатания во время испытательного прогона являются скорость печати и вязкость краски, а оцениваемыми — показатели качества оттиска. При этом должны

быть хорошо отпечатаны плотные участки и растровые клинья.

Полученные оттиски измеряют с помощью денситометра отражения. Все значения вводятся оператором в персональный компьютер с программным обеспечением CyFOS либо передаются на него по линейной связи.

После непродолжительных расчетов программа выдает значения относительной площади растровых точек, градационную характеристику печатного процесса и баланс по серому в виде таблиц или графиков.

Главными результатами расчетов с помощью программного обеспечения CyFOS являются данные, необходимые для корректировки градационной характеристики растровых фотоформ (с учетом градационной характеристики конкретного печатного процесса).

Оператор цветокорректора имеет возможность сделать точное разделение цветов с учетом требований растрового триадно-го синтеза цвета. Все полученные значения могут быть сохранены в файле компьютера и использоваться для сравнения показателей в последующей работе. Если соблюдают технологические режимы печатного процесса, то получают и отличные результаты печатания.

Дополнительные рекомендации по технологии изготовления фотополимерных печатных форм Cygel*

В этом разделе более подробно описаны отдельные этапы процесса изготовления форм и правила работы на технологическом оборудовании Cygel*.

Подготовка к работе

Включить общую вентиляцию помещения и оборудования. Убедиться в том, что рабочее место освещается неактиничным светом.

Включить установки и проверить, работает ли местная вентиляция и система нагрева/охлаждения.

Проверить подачу вымывного раствора. При работе на установках более раннего выпуска температура раствора контролируется с помощью термометра (требуемое значение находится в интервале от 15°C до 35°C в зависимости от вида используемого раствора).

Выбрать режим работы в соответствии с требуемой толщиной пластины. Для изготовления печатных форм для сложных работ, особенно когда несколько форм должны быть закреплены на одном формном цилиндре, пластины должны быть отобраны тщательным образом. Хотя пластины Cygel* изготовлены с очень жесткими допусками, контрольное измерение толщины пластины вместе с покрывным листом, толщина которого составляет 0,127 мм, и сортировка их способствует получению отличного качества печати.

Проверить качество негативов, отретушировать их (если необходимо) и обрезать. Размер пластин должен быть больше негатива на 10 мм с каждой стороны. Предварительно проведенные тесты на определение времени засветки оборотной стороны пластины и времени основного экспонирования помогут определить соответствующие временные интервалы этих операций.

Экспонирование

Широкий диапазон экспозиций, высокая чувствительность и высокая разрешающая способность пластин Cygel* позволяют переносить на пластину даже очень мелкие детали изображения. С другой стороны, эти преимущества требуют большого внимания оператора в процессе обработки пластины. Все дефекты, а именно:

грязь на вакуумной пленке, царапины на негативе или частицы пыли на прозрачных участках негатива — будут воспроизведены на пластине.

Приведенные ниже простые рекомендации помогут избежать ошибок.

Желательно разместить стол подготовки негатива и экспонирующую секцию отдельно от других технологических устройств, а помещение поддерживать в постоянной чистоте (делать влажную уборку каждый день).

Необходимо регулярно протирать с обеих сторон соответствующим раствором вакуумную пленку экспонирующего устройства и своевременно заменять ее.

Следует содержать экспонирующее устройство в чистоте. Частицы пыли на крышке устройства и на экспонирующих лампах могут слетать вниз на вакуумную пленку

или пластину. Фильтры охлаждающего вентилятора быстро наполняются грязью и поэтому должны регулярно прочищаться.

Экспонирующее устройство, если оно не используется в данный момент, должно находиться в закрытом состоянии. Открывать его надо только для размещения в нем пластин или их изъятия.

Перед экспонированием необходимо очищать негативы и пластины мягкой антистатичной тканью или щеткой. Нельзя это делать интенсивно, иначе в пластине могут произойти электростатические изменения и на пластину будет осаждаться пыль. Такал очистка должна проводиться на отдельном столе, а не на экспонирующей установке.

Как можно дольше не снимайте защитную пленку с пластины. Снимать ее надо быстрым равномерным движением непосредственно перед помещением негатива на пластину.

Если вакуумную пленку приходится вытирать во время создания вакуума, то надо использовать кусочек бумажной салфетки или антистатичную ткань. Пыль может попасть на вакуумную пленку и вызвать в последующем дефекты на пластине.

Засветка оборотной стороны пластины

Пластину, которая обрезана в соответствии с размером негатива (немного больше), кладут на экспонирующий стол подложкой вверх (в сторону экспонирующих ламп) и засвечивают без использования вакуума в течение времени, которое было предварительно определено.

Основное экспонирование

Основное экспонирование должно быть проведено немедленно после засветки оборотной стороны пластины.

Перевернуть пластину и снять защитную пленку быстрым равномерным движением. Убрать с поверхности пластины частицы пыли антистатичной тканью или щеткой, если в этом есть необходимость. Положить негатив на пластину (эмульсионной, матированной стороной — на фотополимер). Покрывать края негатива и пластины маскирующими полосками непрозрачной пленки.

Маскирующие полоски должны быть матовыми с обеих сторон и должны иметь

воздушные каналы. Положить маскирующие полоски прямо на всасывающие отверстия, если это необходимо. Включить вакуум и полностью накрыть пластину и негатив вакуумной пленкой. Внимательно следить за тем, чтобы не было смещения негатива и маскирующих полосок. Грязь между негативом и вакуумной пленкой и между негативом и пластиной должна быть убрана, например, щеткой. Удалить воздух из центра вакуумного стола к его периферии. Разгладить вакуумную пленку рукой, антистатичной тканью или куском картона. Оставшиеся между негативом и пластиной пузырьки воздуха вызывают дефекты при экспонировании.

Установка времени основного экспонирования

Время экспонирования определяется в соответствии с проведенными заранее тестами. Для обычного негатива требуется, как правило, одно экспонирование (без маскирования).

Для получения четких краев элементов изображения необходимо рассеянное ультрафиолетовое освещение. Но рассеянный свет ведет к затягиванию (излишней полимеризации) небольших пробельных элементов изображения на больших прозрачных участках негатива. Глубина выворотки будет небольшой. Такой же эффект проявляется в тенях растровой печатной формы. Сохранение точек в светах изображения требует более продолжительного времени экспонирования. В то же время для сохранения растровых точек в тенях изображения время экспонирования должно быть немного короче.

При определенных обстоятельствах (например, если некоторые элементы изображения меньше, чем рекомендованный минимум, или если требуется глубокий рельеф) может возникнуть необходимость в поэтапном основном экспонировании с негатива, который будет маскироваться.

Маскирование

В этом случае основное экспонирование выполняется как минимум в два этапа. Первое экспонирование осуществляется без маскирования. Оно должно продолжаться

в течение времени, необходимого для соответствующей полимеризации основных печатающих элементов изображения и больших прозрачных фрагментов негатива. Затем эти элементы закрываются маской. Во время второго основного экспонирования небольшие элементы изображения (точки в светах и очень тонкие линии) экспонируются более продолжительное время для стабильного формирования этих элементов.

Для маскирования используют, например, кусочки картона. Они должны иметь достаточную массу, чтобы не могли быть легко сдвинуты. Маски могут быть также вырезаны из любого материала, который не пропускает ультрафиолетовое излучение.

Можно использовать липкую ленту, наклеив ее непосредственно на вакуумную пленку. В этом случае перед наклеиванием липкой ленты поверхность вакуумной пленки сохраняется на протяжении последующих нескольких дней, поэтому нет необходимости повторять эту процедуру перед каждым маскированием.

Другой способ — изготовление позитивной маски. Ее использование рекомендуется, если приходится маскировать сложные элементы. В этом случае с негатива копируется позитив и используется в качестве маски. После первого этапа основного экспонирования позитив накладывается на вакуумную пленку и точно совмещается с негативом.

Время второго экспонирования обычно составляет три четверти первого. Продолжительность экспонирования зависит от размеров элементов изображения.

Экспонирование растровых изображений

Время экспонирования зависит в значительной степени от характера негатива, особенно от линиатуры раstra и наличия деталей изображения и соответственно растровых точек в светах и полутонах изображения.

Общие рекомендации

Как можно точнее определить время экспонирования. Передержка ведет к потере глубины рельефа и контраста теней. Недодержка ведет к появлению дефектов растровых точек (в исключительных случаях

точки вообще отсутствуют) в местах светлых и переходных тонов.

Время экспонирования может быть значительно увеличено, если с растрового негатива необходимо получить форму с глубиной рельефа 0,7-0,8 мм вместо 1,0 мм. Время засветки оборотной стороны пластины должно быть более продолжительным, период вымывания тогда должен быть короче. Время основного экспонирования может быть уменьшено, и в этом случае пробельные элементы будут проработаны лучше.

Экспонирование пластин толщиной более 4 мм (для форм с глубоким рельефом)

Экспонирование таких пластин обычно требует большего времени, чем стандартных пластин. Этим и достигается более глубокий рельеф.

Очень важно правильно определить время засветки оборотной стороны пластины. Для нахождения правильного времени экспонирования разработан специальный тест-негатив, который содержит все необходимые детали для этой области применения.

Процесс вымывания

В процессе вымывания создается рельеф изображения, который был предопределен во время основного экспонирования.

При этом процессе используются несколько типов установок. Правила работы на этих установках подробно описаны в соответствующих руководствах.

Общие рекомендации

Пластина должна быть подвергнута вымыванию после окончания основного экспонирования. Временной интервал между основным экспонированием и вымыванием при необходимости может составлять несколько часов.

Отэкспонированная пластина крепится на поверхность барабана или закладывается в процессор.

Время вымывания и давление щеток устанавливается в зависимости от требуемой глубины рельефа. Эти параметры определяются в результате ранее проведенных тестов и должны устанавливаться до начала процесса вымывания. В современном оборудовании такая настройка параметров

осуществляется непосредственно автоматическим программированием.

Вымывной раствор во время процесса вымывания как бы захватывает растворенный мономер. Таким образом, по мере насыщения раствора вымытым мономером его активность снижается. Поэтому приходится его пополнять свежим раствором.

Количество и периодичность подачи свежего раствора зависит от размера пластины и глубины рельефа. При глубине рельефа 1,0 мм и 50-процентном покрытии пластины элементами изображения потребление составит от 10 до 15 литров раствора на один квадратный метр пластины. Подача раствора регулируется таким образом, чтобы использованный раствор содержал не более 4% растворенного мономера.

В машинах старого образца подача раствора регулируется вручную. В процессорах подача регулируется автоматически и может контролироваться расходомером.

Если обрабатываются толстые пластины с целью получения форм с глубоким рельефом, то подача раствора должна быть в два раза более интенсивной, чем при работе со стандартной пластиной.

Излишне интенсивная подача раствора не оказывает вредного действия, но увеличивает стоимость форм. Недостаточно интенсивная подача снижает качество вымывания и замедляет процесс. На поверхности печатающих элементов остаются частицы полимера. Форма имеет тенденцию к образованию эффекта «апельсиновой корки».

Если время вымывания было недостаточным для требуемой глубины рельефа, то щетки оставляют следы на поверхности основания пластины (которые исчезнут, если увеличить время вымывания), а на месте пробельных элементов формы могут появиться частицы мономера и образовать паразитные печатающие участки на готовой печатной форме.

Вымывание пластин с глубоким рельефом

Пластины с глубоким рельефом обычно требуют более продолжительного вымывания, чем стандартные пластины. Очень важно засвечивать обратную сторону до требуемой вымываемой глубины.

Давление щеток в автоматически работающих процессорах регулируется через программное обеспечение. С другой стороны, регулировка расстояния между щетками и пластиной в барабанном процессоре осуществляется вручную. Во избежание повреждений пластины необходимо делать точную регулировку щеток, так как материал для толстых пластин (с глубоким рельефом формы) мягче, чем стандартный материал. Кроме того, скорость вращения вымывного барабана может быть снижена до 12 оборотов в минуту, и тогда может возникнуть необходимость в незначительном увеличении времени вымывания.

Для обеспечения достаточного качества выворотки и четких краев изображения рекомендуется повернуть пластину на 90 градусов после первой половины временного интервала вымывания. В этом нет необходимости при работе на встроенном в линию процессоре.

Вымывные растворы Cyrel*

В технологическом процессе обработки пластин Cyrel* могут использоваться различные растворы. С 1972 г., т.е. с начала производства компанией «Дюпон» фотополимерных пластин, стандартным раствором для всех фотополимерных флексографских печатных пластин была смесь хлорированного углеводорода перхлорэтилена и бутилового спирта.

Но хлорированный углеводород — это канцерогенное вещество. Кроме того, он плохо разлагается и загрязняет окружающую среду. Поэтому в конце восьмидесятых годов компания «Дюпон» и другие поставщики пластин усиленно проводили разработку альтернативного и безопасного раствора. Результатом этих исследований стал Оптизол-737 (Optisol-737).

Он представляет собой смесь 1 объемной части бутилового спирта (удельный вес 0,81 кг/л) ($n\text{-C}_4\text{H}_9\text{OH}$) и 3 объемных частей перхлорэтилена C_2Cl_4 (удельный вес 1,62 кг/л).

Это прозрачная, легко испаряющаяся жидкость с запахом, как у хлороформа. Удельный вес смеси при соблюдении правильных пропорций равен 1,418 кг/л. Этот вымывной раствор не растворяется

в воде. Пары раствора тяжелее воздуха и опускаются вниз.

Для нормального действия раствора во время процесса вымывания в нем не должно быть других примесей. Если в растворе будут присутствовать частицы ацетатов, бензолов или парафиновых масел, то они будут разъедать поверхность пластины. Из-за того, что не существует простого метода проверки чистоты раствора, рекомендуется покупать его только у хорошо зарекомендовавших себя поставщиков в уже готовом к применению виде.

Изготовление вымывного раствора перхлорэтилен/бутанол

Если нет в наличии готовой к применению смеси, то необходимо выполнять следующие рекомендации:

1. Для изготовления смеси нельзя пользоваться открытыми резервуарами. Используйте металлические бочки, которые плотно закрываются. Эти бочки могут быть сделаны из стали, оцинкованного железа и иметь завинчивающуюся крышку из бронзы или твердого поливинилхлорида.

Нельзя использовать резервуары из стекла, полиэтилена или алюминия.

В качестве уплотнительного материала рекомендуется использовать тефлон. Резину нельзя использовать для этих целей, так как она растворяется в оптизоле.

Так как раствор имеет относительно большой удельный вес, то особое внимание надо обратить на устойчивость резервуара. Если нет каких-либо приспособлений для транспортировки, то содержимое резервуара не должно превышать 30 литров

2. При работе, выливании или перемешивании вымывного раствора необходимо надевать защитные очки.

3. При выливании или перемешивании раствора резервуар должен быть заземлен во избежание возникновения электростатических зарядов и искрообразования.

4. При хранении наполнение резервуара не должно превышать 3/4 его объема. Это будет гарантировать достаточное пространство для паров, которые могут появиться.

5. Нельзя допускать нагрев раствора выше 40°C. Избегайте попадания прямого

солнечного света и хранения вблизи нагревательных приборов.

6. Резервуар должен отвечать соответствующим требованиям.

7. В процессе перемешивания необходимо соблюдать меры предосторожности и не допускать распыливания раствора на землю. Для связывания пролитого раствора используют торфяной порошок или «примисил».

8. Смешивание осуществляется путем вливания жидкости с большим удельным весом (перхлорэтилена) в жидкость с меньшим удельным весом (в бутанол).

Резервуар для перемешивания должен быть отградуирован и тарирован. Определенное количество бутанола должно быть налито в резервуар. Затем в него накачивается соответствующее количество перхлорэтилена. После этого резервуар следует закрыть и перемешать раствор. Металлический резервуар должен быть заземлен.

В таблице показаны рассчитанные количества составляющих веществ в кг:

Вымывной раствор (4	Бутанол (1 часть)	Перхлорэтилен (3 части)
10 литров (14кг)	2,5 литра (2 кг)	7,5 литра (12 кг)
20 литров (28)	5,0 литров (4)	15,0 литров (24)
40 литров (56)	10,0 литров (8)	30,0 литров (48)

Контроль качества вымывного раствора перхлорэтилен/бутанол

Для получения удовлетворительных результатов вымывания необходимо соблюдать правильные пропорции бутанола и перхлорэтилена. Если перхлорэтилена добавлено больше нормы, то это ведет к набуханию рельефа. Если бутанола добавлено больше нормы, то замедляется скорость вымывания и, таким образом, ухудшается конечный результат.

Качество вымывного раствора определяется ареометром или же точным взвешиванием одного литра раствора. Требуемое значение составляет 1,418±0,020 кг/л.

Рекомендуется использовать ареометр с пределом измерения от 1,20 до 1,42 кг/л. Необходимо учитывать размеры мерного сосуда. Ареометр должен свободно плавать в вымывном растворе и не должен касаться основания сосуда

При взвешивании 1 литра вымывного раствора его вес должен равняться 1,418 кг

Если удельный вес меньше требуемого (1,418 кг/л), то в растворе слишком малая концентрация перхлорэтилена (менее трех объемных частей). Больший, чем 1,418 кг/л, удельный вес показывает, что доля перхлорэтилена превышает норму, необходимо добавить бутанол.

Правильно приготовленный вымывной раствор не разделяется на составные части. Удельный вес не меняется на протяжении всего срока хранения раствора в закрытой емкости. Но он меняется в процессе вымывания и должен проверяться.

Результаты измерения удельного веса зависят от температуры. Обычно ареометры тарируют на температуру 20°C. Поэтому измерения должны проводиться при этой температуре раствора. В таблице показана зависимость изменения удельного веса от температуры:

Температура [°C]	15	20	25	30	35
Удельный вес раствора, 3 л [г/см ³]	1,424	1,418	1,413	1,407	1,401

Благодаря рециркуляции вымывного раствора методом перегонки возможно снижение его стоимости на 30%.

Компания «Дюпон» может предоставить перечень компаний, которые поставляют установки для такой перегонки.

Запрещено выливать использованный раствор в канализацию, так как это может вызвать ее значительные разрушения. Если невозможно проводить перегонку раствора в помещении, то утилизацию использованного раствора должны проводить специализированные компании.

Национальные законодательства большинства стран запрещают выброс паров хлорированного углеводорода (например, перхлорэтилена) в атмосферу. Необходимо строго следовать рекомендациям компании «Дюпон» относительно работы на технологическом оборудовании и хорошей вентиляции помещения.

Процесс сушки формы

Сушка оказывает большое влияние на качество формы. Особенно это важно для

возврата пластины к своей нормальной толщине.

Особое внимание надо обращать на температуру сушки. При температуре выше 60°C могут появляться сложности в приводке, так как полиэфирная основа, которая при нормальных условиях сохраняет стабильные размеры, начинает сжиматься.

После того как пластина прошла этап вымывания в барабанном процессоре, необходимо снять с ее поверхности оставшиеся капли раствора.

Рекомендуются следующие минимальные временные интервалы высушивания пластин плюс «окончательная сушка» в течение 12-16 часов на открытом воздухе.

Толщина пластины, мм	Минимальное время сушки,	Длительная сушка (без «окончательной сушки»), мин
До 3	10	60
4-5	30	120
6	30	180

Прежде чем переходить к следующим технологическим этапам, необходимо охладить форму до нормальной температуры.

Даже правильно обработанные фотополимерные печатные формы после финишинга и окончательного экспонирования в течение срока службы могут уменьшить свою толщину на 1-3%.

Для сложных печатных работ возможна подгонка толщины новых форм под толщину старых путем увеличения времени сушки (на 4-6 часов). Такая длительная сушка должна применяться для высокоточных работ во избежание усадки.

Если для вымывания использовался процессор барабанного типа, то формы после сушки необходимо осмотреть. На поверхности могут быть остатки высохшего вымывного раствора, который был насыщен растворенным в нем мономером, и они проявят себя в процессе печатания. Их надо устранить до финишинга и окончательного экспонирования. Это можно сделать двумя способами:

1. Повторить процесс вымывания в процессоре барабанного типа в свежем растворе приблизительно в течение 15 секунд.

2. Протереть форму чистой тканью, смоченной в свежем растворе.

В обоих случаях пластина должна быть затем тщательно высушена для приведения ее к требуемой толщине.

Осадок на форме не появляется, если:

1) засветка оборотной стороны пластины была выполнена правильно, осуществлена полная полимеризация пластины до требуемой глубины вымывания;

2) время вымывания было достаточно продолжительным (на полминуты больше, чем необходимо для получения требуемой глубины рельефа);

3) была нормальная подача вымывного раствора;

4) перед сушкой пластина была тщательно промыта.

Если используется встроенный в линию автоматический процессор, то обычно очистка поверхности пластины не требуется.

Финишнг

Обычно высушенная печатная форма Sugel* имеет блестящую и немного липкую поверхность. Она чувствительна к частицам пыли, давлению и воздуху. В процессе финишнга пластина приобретает окончательную структуру своей поверхности для использования в процессе печатания.

Как уже отмечалось ранее, известны два способа финишнгования: обработка с помощью химических веществ и обработка ультрафиолетовым светом диапазона С (коротковолновое излучение 254 нм).

При химическом финишнге поверхность пластины становится матовой, а при световом остается немного блестящей.

Для химического финишнга используются водные растворы хлора и брома. Бромный раствор более предпочтителен, так как он более стабилен. Химический финишнг проводят в закрытой установке, потому что пары брома отрицательно влияют на слизистую оболочку. Насыщенность бромного раствора не должна превышать 0,4 г/л. Он изготавливается из комбинации соляной кислоты, KBrO_3 и KBr .

Во время изготовления раствора для химического финишнга в результате воздействия соляной кислоты на KBrO_3 образуется чистый калий. Растворенный в воде бром имеет очень большое давление

пара, поэтому он испаряется из раствора в воздух и улавливается системой отсоса.

По мере повышения температуры возрастает эффективность раствора. По мере добавления KBr эффективность раствора снижается, но увеличивается его стабильность.

Для изготовления раствора (60 л для машины L/FR) необходимо: 20 л воды, 210 г KBr , 59 г KBrO_3 .

Следует полностью растворить химические вещества в воде при температуре 30-40°C, влить смесь в машину для финишнга и насосом перекачать ее в резервуар машины.

Затем смешать 5000 мл воды, 630 мл соляной кислоты (25%) и 100 мл детергента;

вливать эту смесь в рабочую емкость, а затем перекачать насосом в резервуар машины и долить водой до 60 литров общего объема.

Затем перекачать раствор туда и обратно два или три раза для тщательного его перемешивания. Через 15 минут после химической реакции проверить концентрацию брома.

Время финишнга зависит от концентрации брома и температуры раствора. Эти значения могут быть взяты из нижеприведенных таблиц.

Соляная кислота (HCl)		
Концентрация, %	°C	Объем, мл
25,0	16	75
28,5	18	65
30,8	20	60
33,6	22	55
37,0	23	50

NaCl	
Концентрация, %	Объем на 5 литров, мл
5,00	470
5,25	450
10,00	235
15,00	160

В целях защиты окружающей среды необходимо проводить *нейтрализацию раствора для финишнга* перед его сливом в канализацию. Наиболее простой способ заключается в добавлении следующих химических веществ:

	Грамм на литр раствора	
	раствор брома	раствор хлора
Углекислый натрий	7,0	5,0
Углекислый водород натрия	25,0	14,0

Световой финишинг с ультрафиолетовым излучением диапазона С опасен для кожи человека и особенно для глаз. Даже непродолжительное излучение вызывает ожоги верхних слоев кожи и повреждает сетчатую оболочку глаз. Поэтому устройство должно быть закрыто во время финишинга. Нельзя смотреть на источники света незащищенными глазами.

Время финишинга зависит от количества вымывного раствора, который остался в пластине после ее сушки. По этой причине время сушки и время хранения могут влиять на конечный результат. Компания «Дюпон» рекомендует проводить световой финишинг сразу после сушки. При длительной сушке и последующем хранении пластины обычно требуется больше времени на финишинг.

Время финишинга ультрафиолетовым излучением диапазона С зависит от типа полимера и различно для разных типов пластин. Время экспонирования у тонких пластин обычно больше, чем у толстых пластин. При необходимости световой финишинг может быть прерван, а затем снова начат.

Могут возникнуть сложности с пересушенными пластинами (если финишинг не начат немедленно после сушки). Но даже такие пластины должны быть перед финишингом протерты свежим раствором!

Во время светового финишинга под воздействием коротковолнового света на поверхности пластины может образовываться озон. И хотя он отсасывается вентиляционной системой, тем не менее поверхность чаще может растрескиваться, чем при химическом финишинге. Более того, световой финишинг делает пластину более чувствительной к условиям печати (присутствие озона в воздухе, нагнетаемого от расположенного рядом экструдера; сложная консистенция краски).

Чрезмерный световой финишинг может разрушить печатную форму.

Если световой финишинг выполняется правильно, то результаты печати должны быть такими же, какие были получены с форм, обработанных с использованием химического финишинга.

Чтобы края пластины в процессе печатания не отгибались вверх, необходимо надежное приклеивание форм на цилиндр. Поэтому их обрезают с каждого края на 5-8 мм больше изображения. Рекомендуется снимать фаски.

Окончательное экспонирование проводится для того, чтобы убедиться, что все молекулы мономера полимеризовались. В противном случае срок службы печатной формы будет недостаточным. При неправильном основном экспонировании отдельные элементы изображения могут быть вымыты.

Окончательное экспонирование повышает устойчивость пластины к краскам и смывочным растворам. Оно повышает жесткость пластины.

Эффективность окончательного экспонирования зависит от мощности ультрафиолетовых ламп. Обычно оно осуществляется с лицевой стороны формы без использования негатива и вакуума. Время экспонирования составляет 10 минут. При использовании ламп компании «Дюпон» время экспонирования составляет всего 5 минут.

Возможно совмещение окончательного экспонирования и светового финишинга, но если эти операции выполняются отдельно, то окончательное экспонирование должно проводиться после финишинга.

33. Возможные дефекты фотополимерных печатных форм и причины их возникновения

Ошибки и недостатки, вызывающие дефекты печатных форм и оттисков, могут быть допущены на любом этапе технологического процесса. Крайне сложно определить ошибку и установить ее причину. Для этого необходимо проанализировать полученный оттиск, печатную форму и негатив (см. таблицу).

Таблица 3.3

Дефекты	Признаки	Причины возникновения
1 Дефекты, вызванные вакуумом	Нечеткие края деталей изображения Элементы изображения различны по толщине Малая глубина пробелов (частично), особенно в тенях растрового изображения На форме видны следы вакуумных каналов	Наличие пузырьков воздуха между негативом и пластиной, недостаточный или прерванный вакуум во время основного экспонирования Негатив лежит подложкой к пластине Перед основным экспонированием не снята защитная пленка Не были использованы маскирующие полоски Нагрев негатива во время экспонирования Если на поверхности изображения есть один из указанных признаков, то, возможно, имела место длительная передержка при экспонировании
2 Дефекты поверхности	Углубления с нечеткими краями на поверхности пластины Дугообразные или волнистые затенения на пробельных участках	Причиной этих дефектов могут быть грязь между негативом и пластиной (в светлых участках негатива), царапины на пленке или грязь на вакуумной пленке Если не закончен процесс полной полимеризации, то пластина чувствительна к давлению Дефекты поверхности пленки (например, загибы, царапины или грязь между негативом и пластиной) вдавливаются в поверхность пластины силой вакуума Во время экспонирования эти дефекты фиксируются процессом полимеризации Подобие колец Ньютона может появляться, если две гладкие поверхности, например пленка и пластина, сильно сдавлены вместе
3 Неоднородная полимеризация	Пробельные элементы или негативное изображение (выворотка) имеют небольшую глубину рельефа, особенно в текстовых и растровых изображениях	Недостаточная плотность негатива Разнородная чувствительность пластины из-за воздействия кислорода после частичного снятия защитной пленки Оптическая плотность полностью вымытых участков негатива должна быть выше 4,0 ед пропускания При меньшей плотности и длительной засветке во время основного экспонирования ультрафиолетовый свет может пройти через светонепроницаемые участки и уменьшить глубину пробельных элементов Подобные дефекты могут появляться, если использовалась пластина с частично снятой защитной пленкой Кислород, который проникает между пленкой и поверхностью пластины, служит рассеивателем во время основного экспонирования. Полимеризация замедляется В результате получают другую глубину рельефа В некоторых случаях возможно исчезновение отдельных точек или появление волнистости линий
4 Нечеткий, вымытый рельеф	Нечеткий, вымытый рельеф — очень маленькая глубина рельефа Изображения нет вообще или видны только его контуры	Экспонирование проводилось с неправильной стороны пластины Перепутаны засветка оборотной стороны пластины и основное экспонирование Основное экспонирование проводилось без вакуума Защитная пленка не была снята перед основным экспонированием Слишком продолжительная засветка оборотной стороны пластины Если основное экспонирование проводилось через полиэфирную основу, то не происходит формирования рельефа на лицевой стороне пластины В процессе вымывания верхний непотерпевший слой мономера будет вымыт, на форме образуется нечеткий, недостаточный рельеф изображения В сочетании с основным экспонированием полная полимеризация всей толщины пластины будет инициирована, если засветка оборотной стороны пластины будет осуществляться с лицевой стороны пластины Изображение с трудом будет проглядываться в виде контура Если перед основным экспонированием не была снята защитная пленка или не использовался вакуум, то рассеянный свет воспроизведет нечеткий, вымытый рельеф без каких-либо деталей

Дефекты	Признаки	Причины возникновения
		При длительной засветке-оборотной стороны пластины происходит полимеризация всей пластины и, таким образом, вымывания не произойдет, а изображение будет выглядеть в виде контура
5 Слишком малая глубина рельефа	Слишком толстое основание	Излишне продолжительная засветка оборотной стороны пластины Слишком короткое время вымывания Слишком холодный вымывной раствор Недостаточное пополнение вымывного раствора На поверхности основания печатной формы остается слой мономера, который не был вымыт Поверхность пробельных элементов и негативного изображения будет грязной и покрыта полосами
6 Волнистые линии, вымытые точки	Тонкие линии остаются волнистыми после сушки Отдельные точки или растровые участки в светах частично вымыты или полностью отсутствуют	Недостаточное основное экспонирование Недостаточное для полной полимеризации рельефа сочетание засветки оборотной стороны пластины и основного экспонирования. Излишне продолжительное время вымывания повышенная температура вымывного раствора и отсутствие достаточного количества бутанола (при работе с раствором перхлорэтилена/бутанола)
7 Пропуск деталей изображения, полимеризация пробельных участков	Линии полностью или частично прерваны, пропущены элементы изображения Небольшие точки или линии на пробельных участках	Возможно, сделана ошибка при изготовлении негатива Использованный негатив не был отретуширован Не была закрыта рама установки Недостаточная оптическая плотность негатива Края пластины были неправильно закрыты маскирующими полосками
8 Неровная, грязная поверхность пластины	Печатная часть поверхности пластины грязная, размазанная или покрыта разводами, на печатающих элементах видны остатки полимера	Недостаточная засветка оборотной стороны пластины Слишком холодный вымывной раствор или недостаточная его подача Недостаточное время вымывания (не весь мономерный материал вымыт с поверхности основы) Вывмывной раствор в процессе вымывания становится липким и вязким В таком виде его сложно смывать с поверхности пластины Во время сушки остатки раствора остаются на поверхности пластины
9 Эффект «апельсиновой корки»	Этот дефект в основном появляется на печатающих элементах штрихового изображения с большой площадью поверхности Он редко появляется на растровых участках Поверхность пластины зарубцовывается и выглядит как кожа апельсина.	Недостаточное основное экспонирование Излишне продолжительное вымывание, высокая температура, недостаточная подача раствора Недостаточное количество бутанола в вымывном растворе (при работе с раствором перхлорэтилена/бутанола) Можно избежать появления «апельсиновой корки», если соблюдаются условия вымывания и если перед сушкой излишний вымывной раствор будет удален с поверхности пластины с помощью салфетки Пробельные элементы меняют цвет, если высушенная или высушиваемая поверхность вступает еще раз в контакт с раствором и если этот раствор высыхает на пластине В большинстве случаев появляется незначительное пятно, которое обычно не отражается на конечном результате печати Эти дефекты можно устранить путем кратковременной промывки пластины в свежем вымывном растворе и сушки в течение соответствующего времени
10 Липкая поверхность печатной формы	Поверхность высушенной формы остается липкой или снова становится липкой после окончательного экспонирования	Если финиш был недостаточным по времени или из-за низкой концентрации химических элементов (в случае химического финиша), то поверхность формы может оставаться липкой Обычно дополнительный финиш устраняет этот дефект Липкость формы может быть вызвана несовместимостью с печатной краской