

В. И. Штоляков, В. Н. Румянцев

ПЕЧАТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ СПО

2-е издание, исправленное и дополненное

Рекомендовано Учебно-методическим отделом среднего профессионального образования в качестве учебного пособия для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования

**Книга доступна на образовательной платформе «Юрайт» urait.ru,
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»**

Москва ■ Юрайт ■ 2020

УДК 655(075.32)
ББК 37.8я723
Ш92

Авторы:

Штоляков Валерий Иванович — профессор, кандидат технических наук, профессор Высшей школы печати и медиаиндустрии Московского политехнического университета;

Румянцев Вячеслав Николаевич — кандидат технических наук, заведующий отделом «Печатные машины» АО НИИПолиграфмаш.

Рецензенты:

Кузьмин Б. А. — кандидат технических наук, профессор;

Гуляев С. А. — кандидат технических наук, доцент.

Штоляков, В. И.

Ш92 Печатное оборудование : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Штоляков, В. Н. Румянцев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 470 с. — (Профессиональное образование). — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-534-13424-7

В учебном пособии приводятся схемы построения различных моделей печатных машин, их технические характеристики и возможности, принцип работы и методы расчета основных узлов и механизмов, рекомендации по определению основных расчетных параметров, что представляется полезным при выполнении курсовых и дипломных проектов. Материал учебного пособия отражает достижения отечественной и зарубежной науки и техники в создании и совершенствовании печатного оборудования.

Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования и профессиональным требованиям.

Для студентов средних специальных учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям.

УДК 655(075.32)
ББК 37.8я723

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

© Штоляков В. И., Румянцев В. Н., 2011
© Штоляков В. И., Румянцев В. Н., 2020,
с изменениями
© ООО «Издательство Юрайт», 2020

ISBN 978-5-534-13424-7

Оглавление

Введение	8
Глава 1. Краткий очерк истории изобретения и совершенствования печатных машин	11
1.1. Простейшие приспособления — прообраз печатного аппарата.....	11
1.2. Печатный станок Иоганна Гутенберга	12
1.3. Появление тигельных и плоскопечатных машин.....	14
1.4. Первые листовые ротационные машины	18
1.5. Изобретение рулонных ротационных машин	21
1.6. Из истории создания отечественного печатного оборудования	27
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	29
Глава 2. Печатные машины, их назначение, классификация и общие принципы построения	30
2.1. Основные термины и определения.....	30
2.2. Назначение, состав и классификация печатных машин.....	33
2.3. Схемы построения листовых офсетных печатных машин	39
2.4. Основные принципы построения рулонных печатных машин	42
2.4.1. Типовые принципиальные схемы печатных секций и модулей	43
2.4.2. Типовые принципиальные схемы построения рулонных машин офсетной печати.....	61
2.5. Печатно-отделочные линии	66
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	69
Глава 3. Печатный аппарат и его основные узлы	71
3.1. Роль давления в печатном процессе	71
3.2. Декели, их назначение и деформационные свойства.....	73
3.2.1. Декель — силовой элемент контактной зоны.....	73
3.2.2. Декель — компенсатор отклонений параметров контактной зоны	76
3.2.3. Деформация декаля в ротационном офсетном печатном аппарате	78
3.3. Цилиндры ротационного печатного аппарата.....	81
3.3.1. Печатные цилиндры.....	81
3.3.2. Офсетные цилиндры	86
3.3.3. Формные цилиндры	89
3.4. Устройства автоматической смены офсетных форм.....	94

3.5. Механизмы приводки форм.....	96
3.6. Механизмы натиска	98
3.7. Определение геометрических параметров контактной зоны	102
3.8. Особенности механики силового контакта в офсетном печатном аппарате	107
3.9. Настройка и эксплуатация офсетного печатного аппарата.....	114
3.10. Вспомогательные и дополнительные устройства для обслуживания печатного аппарата	118
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	123
Глава 4. Красочные аппараты.....	124
4.1. Красочные аппараты для вязких красок.....	124
4.1.1. Питающая группа дукторного типа с прерывистой подачей краски	125
4.1.2. Питающая группа дукторного типа с непрерывной подачей краски	130
4.1.3. Раскатная группа красочного аппарата	131
4.1.4. Оценка работы раскатной группы.....	135
4.1.5. Работа и настройка накатной группы	137
4.1.6. Инерционность красочного аппарата, режимы переходного процесса.....	145
4.1.7. Дополнительные функции красочных аппаратов	149
4.2. Красочные аппараты для жидких красок	152
4.2.1. Красочные аппараты машин глубокой печати	152
4.2.2. Красочные аппараты флексографских печатных машин	154
4.2.3. Короткие красочные аппараты офсетных печатных машин	156
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	159
Глава 5. Увлажняющие и лакировальные аппараты.....	161
5.1. Увлажняющие аппараты	161
5.1.1. Особенности процесса увлажнения.....	161
5.1.2. Типовые принципиальные схемы увлажняющих аппаратов	163
5.1.3. Бесспиртовые увлажняющие аппараты	166
5.1.4. Офсетная печать без увлажняющего аппарата	168
5.2. Устройства для лакирования	169
5.2.1. Варианты размещения лакировальных секций в печатной машине.....	172
5.2.2. Вспомогательные устройства лакировальных секций	175
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	176
Глава 6. Листопитающие системы	177
6.1. Способы подачи листов в печатный аппарат	177
6.2. Схемы самонакладов и принцип их работы.....	180
6.3. Отделение и подача листов со стапеля самонаклада	184
6.4. Настройка и регулирование самонаклада	196

6.5. Типы воздушных агрегатов.....	199
6.6. Механизмы равнения листа.....	202
6.7. Листоускоряющие механизмы.....	210
6.8. Расчет листопитающих систем.....	217
6.9. Вспомогательные устройства самонакладов.....	220
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	225
Глава 7. Листопередающие системы.....	226
7.1. Требования к механизмам захватов и особенности их работы....	226
7.2. Механика передачи листа.....	232
7.3. Варианты проводки листа через печатные секции.....	235
7.4. Проводка листа в режиме двусторонней печати.....	239
7.5. Вспомогательные устройства листопроводящей системы.....	241
7.6. Регистровые устройства.....	243
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	246
Глава 8. Листовыводные и приемные системы листовых печатных машин.....	247
8.1. Состав листовыводных устройств и основные этапы транспортировки листов.....	247
8.2. Передача листа в захваты каретки листовыводного транспортера.....	248
8.3. Транспортировка листа к приемному столу.....	252
8.4. Условия торможения листа.....	256
8.5. Вспомогательные устройства листовых приемных систем.....	263
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	267
Глава 9. Лентопитающие системы.....	268
9.1. Основные устройства лентопитающей системы.....	268
9.2. Устройство для закрепления рулона.....	271
9.3. Рулонные тормоза и рулонные приводы.....	275
9.4. Амортизационный и плавающий валики.....	278
9.5. Стабилизаторы натяжения.....	281
9.6. Устройства приводки ленты в боковом направлении.....	284
9.7. Устройства склейки лент.....	286
9.8. Устройства подготовки ленты.....	291
9.9. Механика размотки рулона в установившемся режиме.....	293
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	298
Глава 10. Лентопроводящие системы.....	300
10.1. Основы теории приводки красок.....	300
10.2. Влияние различных факторов на приводку красок.....	304
10.3. Элементы лентопроводящей системы.....	311
10.4. Сушильные устройства.....	324
10.4.1. Конструктивные особенности сушильных устройств.....	326
10.4.2. Размещение сушильных устройств.....	335
10.5. Секция охлаждения.....	337

10.6. Силиконовые аппараты.....	341
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	342
Глава 11. Фальцевальные, вспомогательные и выводные устройства.....	344
11.1. Виды фальцовки и конструкция тетрадей.....	344
11.2. Классификация фальцевальных устройств	347
11.3. Устройства продольной фальцовки ленты	349
11.4. Устройства продольной и поперечной резки, перфорирования и биговки лент и тетрадей.....	355
11.5. Устройства продольной фальцовки тетрадей.....	362
11.6. Устройства поперечной фальцовки тетрадей	370
11.7. Схемы построения цилиндровой группы фальцаппарата.....	379
11.8. Фальцаппараты с переменной длиной отрубаемых тетрадей	381
11.9. Устройства скрепления тетрадей.....	383
11.9.1. Устройства склейки тетрадей по корешку	383
11.9.2. Устройства скрепления тетрадей металлическими скобами	386
11.10. Устройства вывода и приемки продукции.....	388
11.10.1. Устройства для приемки листов	388
11.10.2. Устройства для вывода тетрадей	390
11.10.3. Устройства для вывода тетрадей привертками.....	396
11.10.4. Устройства для намотки рулона	397
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	397
Глава 12. Привод печатных машин	399
12.1. Привод рулонных печатных машин.....	400
12.1.1. Динамическая модель привода с общим главным валом ...	404
12.1.2. Безваловый привод	408
12.2. Привод листовых печатных машин	414
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	419
Глава 13. Автоматизация листовых и рулонных офсетных печатных машин.....	421
13.1. Автоматическое управление и обслуживание офсетного печатного оборудования	421
13.2. Объекты и устройства контроля листовых офсетных машин	423
13.3. Объекты и устройства контроля рулонных машин.....	434
13.4. Пуск машины от «одной кнопки».....	439
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	443
Глава 14. Цифровые печатные машины	444
14.1. Классификация цифровых печатных машин	445
14.2. Офсетные цифровые печатные машины	446
14.3. Электрофотография в офсетной печати.....	450
14.4. Варианты построения листовых цифровых печатных аппаратов и устройств.....	452

14.5. Рулонная и листовая цифровые печатные машины.....	460
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	463
Заключение	464
Библиографический список	468

Введение

Научно-технический прогресс тесно связан с развитием и совершенствованием печатного оборудования. Почти за 200 лет с момента изобретения первых тигельной и плоскочечатной машин печатное оборудование к началу XXI в. достигло высокого технического уровня. Революционное преобразование его начинается с 70-х гг. прошлого столетия, когда печатные машины оснащаются электроникой, в результате чего происходит постепенное освобождение обслуживающего персонала от рутинных (ручных) вспомогательных операций. Совершенствование печатного оборудования проявилось не только в увеличении эксплуатационной скорости машин, но и в улучшении условий работы на них, что отразилось на повышении производительности и качества печатной продукции.

Традиционные способы печати продолжают занимать доминирующее положение. Наиболее широкое распространение среди них получил способ офсетной печати. На начало XXI в. до 47 % печатной продукции в мире производилось на офсетных печатных машинах, занимающих лидирующее место на рынке печатного оборудования. Другие способы печати распределились следующим образом: глубокая и флексографская печать — по 18 %, высокая печать — 8 %, трафаретная и другие способы — 3 %, цифровая печать — 6 %.

Офсетная печать остается основным способом тиражирования различных видов продукции. За период своего развития офсетная печать претерпела качественные изменения благодаря достижениям в области технологии печатных и формных процессов. Это позволило организовать многокрасочную офсетную печать за один прогон и оперативно производить печатные формы не только традиционным аналоговым способом, но и путем применения цифровых технологий «компьютер — печатная форма». Способ офсетной печати и офсетные печатные машины позволяют без каких-либо ограничений воспроизводить с высокой точностью как штриховые, так и полутонные иллюстрации с мельчайшими изобразительными элементами и любыми цветовыми сочетаниями.

Рынок печатной продукции всегда определяет развитие и пути совершенствования полиграфического оборудования, являясь своего рода индикатором национального благосостояния. Спрос на печатную продукцию — это не только показатель покупательной способности населения, но и показатель уровня его образования

и культуры. Несмотря на развитие коммуникационных технологий, бумажный носитель информации пока остается основным. Производство печатной продукции в развитых странах постоянно наращивает темпы, в результате чего ее рынок ежегодно увеличивается.

Современные печатные машины — это автоматизированные скоростные механические системы с просчитанными и выверенными жесткостными параметрами основных функциональных узлов и механизмов. Сегодня решены проблемы автоматизации при переналадке печатной машины на формат путем автоматической смены и установки печатных форм, смывки офсетного полотна и цилиндров печатной секции, регулирования и поддержания точности совмещения красок в автоматическом режиме.

Основная тенденция развития печатного оборудования подразумевает:

- максимальное использование рабочего цикла путем проведения за один прогон печатных и дополнительных операций, таких как нумерация, перфорирование, впечатывание, лакирование, высечка, что позволяет получить на выходе печатный продукт повышенной цены;
- улучшение качества печатной продукции за счет высокой точности совмещения красок и расширения цветового охвата многокрасочного оттиска благодаря добавлению к традиционной триаде дополнительных красок.

Область применения печатных машин исключительно широка. На них печатается издательская, акцидентная и промышленная продукция. Наблюдается прогресс печатного оборудования, который выражается в увеличении эксплуатационной скорости печатных машин и резком повышении их производительности.

Наметилась также тенденция применения комбинированных печатных машин, которые оснащаются разными по способу печати печатными секциями. Это направление получило широкое развитие в узкоулонных печатных машинах, где наряду с офсетными печатными секциями могут быть установлены секции трафаретной, глубокой и флексографской печати. Количество дополнительных секций определяется их комплектацией. В основном такие машины предназначены для печатания этикеток, упаковок, календарей, открыток и прочей продукции.

Если XX в., как считают, был веком автомобиля, то XXI в. обещает быть веком информационных технологий. Намечается активное внедрение коммуникационных технологий, которые существенно повлияют на жизнь людей и окажут серьезное воздействие на рынок печатных изданий и полиграфического оборудования. Возможно, новые цифровые технологии и цифровые печатные машины и устройства потеснят традиционное печатное оборудование. В будущем до 90 % всех печатных изданий предполагается тиражировать

с применением цифровых технологий, что позволит организовать оптимальный рабочий процесс путем создания четкой технологической цепочки проведения работ в типографиях — от приемки заказа до получения готовой печатной продукции.

Однако, несмотря на достижения цифровых технологий и их активное внедрение в полиграфию, основное внимание в учебнике уделяется традиционным печатным машинам, в частности офсетному печатному оборудованию, которое остается востребованным и перспективным на ближайшие десятилетия.

Изложение материала в учебнике начинается с истории зарождения и развития печатной техники, что дает возможность наглядно проследить ее эволюцию. Анализируются схемы построения листовых и рулонных машин, дается описание конструкций и расчет печатных, красочных и увлажняющих аппаратов, а также вспомогательных устройств. Описываются конструктивные особенности, способы настройки и обслуживания основных функциональных узлов и механизмов листовых и рулонных печатных машин. Рассматриваются инновационные разработки в области информационных технологий, цифровых печатных машин, новаторские решения при создании оригинальных коротких красочных аппаратов, организации привода и обслуживании печатных машин.

Основная задача данного учебного пособия — дать студентам старших курсов инженерных специальностей основные знания и сведения о назначении и устройстве печатного оборудования, его технологических возможностях для изготовления полиграфической продукции.

В результате изучения учебного материала студент должен освоить:

трудовые действия

- владение навыками чтения технических схем, чертежей узлов, механизмов и устройств печатного оборудования;

необходимые умения

- анализировать и выбирать перспективные направления развития в области техники и технологий печатного производства;

необходимые знания

- назначения и принципов работы современных печатных машин для выпуска разнообразной печатной продукции;

- основ построения современного печатного оборудования и перспективы использования инновационных технологий для производства печатной продукции.

Авторы старались сохранить преемственность стиля и методики изложения учебного материала, принятых в предыдущих изданиях по данной тематике.

Введение, главы 1, 3—8, 14, разделы 2.1—2.3, 12.2, 13.1, 13.2 и заключение написаны В. И. Штоляковым; главы 9—11, разделы 2.4, 2.5, 12.1, 13.3 и 13.4 — В. Н. Румянцевым.

Глава 1

КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ ИЗОБРЕТЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ МАШИН

1.1. Простейшие приспособления — прообраз печатного аппарата

Способ получения идентичных изображений насчитывает несколько тысячелетий. Исходно для этого использовались простейшие приспособления, которые, несмотря на примитивность и простоту выполняемых ими функций, можно считать предшественниками сложнейших технических полиграфических систем.

Пять-шесть тысяч лет тому назад древние ассирийцы придумали печатки-штампы в виде цилиндриков, которые высекали из камня. В экспозициях Музея изобразительных искусств им. А. С. Пушкина за стеклом витрины на черном бархате лежит целая россыпь разноцветных цилиндрических печатей, изготовленных из полудрагоценных камней древними шумерами приблизительно в III—IV тысячелетии до н. э. Торцевые поверхности каждого цилиндрика имеют конические углубления или зацентровку для лучшей фиксации. Катать легче, чем штамповать. Это знали уже в далекой древности.

Такую печать, зажав двумя пальцами, прокатывали по сырой глине, слегка нажимая, и получали отпечаток. Можно «тиражировать» подобные отпечатки в любом количестве, сохраняя идентичность сюжета. Правда, не было еще краски и бумаги, но в этом простейшем орудии труда уже была реализована идея ротационного печатного устройства, представляющего собой миниатюрный формный цилиндр с высеченными на его внешней поверхности различными сюжетами, которые были записью молитвы или заклинания, графическими символами, сообщающими о каком-то событии [42].

Первыми печатать (тиражировать) тексты начали на Востоке. Для этого была разработана техника гравирования текста на дереве — ксилография (от греч. *xylon* — срубленное дерево и *grapho* — пишу). Оригинал текста, написанного тушью на бумаге, притирали к тщательно обработанной поверхности деревянной доски толщиной около 20 мм. Вокруг штрихов нанесенного на доску зеркального изображения гравёр срезал древесину, в результате чего по-

лучалась форма высокой печати, в которой печатающие элементы лежали в одной плоскости, а пробельные были углублены. Очевидно, что процесс вырезания текста на доске был трудоемким и кропотливым, так как для каждой страницы требовалась своя форма, и при малейшей ошибке надо было начинать все заново. После того как форма была готова, на ее выступающие элементы тампоном наносили краску, представляющую собой смесь сажи с олифой. Затем накладывали увлажненный (для лучшего перехода краски) лист бумаги, который аккуратно притирали специальным гладилом или приталкивали кожаной подушечкой, после чего его осторожно отделяли от формы и вешали на просушку. Подобная технология не позволяла печатать на обороте листа, поэтому при изготовлении книг листы между собой склеивали (несколько позже научились печатать и на обороте).

В XI в. в Китае Би Шэн изобрел технику печатания с наборных форм, составленных из глиняных литер, которые позднее, в XIII в., заменили на медные. Однако эта технология не дошла до Европы, поскольку в те далекие времена инновации распространялись очень медленно. Примером может служить изобретение бумаги во II в. в Китае, которое стало известно в Европе только в XII в. (можно условно считать, что скорость перемещения бумаги в Европу составила 1000 км за 100 лет).

Через много тысячелетий после создания ассирийских печатей, в 1440 г., Иоганн Гутенберг изобрел ручной печатный станок, который позволил механизировать основной технологический процесс — печатание. Если до этого книги в Европе производили ксилографическим способом, то с изобретением Гутенберга, начиная с первой половины XV в., их стали печатать типографским способом.

1.2. Печатный станок Иоганна Гутенберга

С изобретения И. Гутенбергом печатного станка начинается развитие полиграфической техники. Он использовал в печатном станке, целиком выполненном из дерева, принцип винтового пресса для выжимки винограда. С помощью винтовой передачи тередорщик и батырщик (так называли тогда печатника и растирщика краски) перемещали прижимную плиту — пиан — к плоской форме, размещенной на подвижном столе-талере (рис. 1.1). Нам сегодня кажется, что работа на типографском станке была примитивной. Действительно, все операции по обслуживанию станка выполняли вручную в определенной последовательности. Батырщик наносил краску на форму кожаным тампоном, после чего тереодорщик укладывал лист бумаги на откидную крышку — тимпан, шарнирно

связанный с талером. Лист приталкивался к специальным упорам и закреплялся относительно формы с помощью игл и прижимных планок-рашкетов. После этого откидную крышку закрывали, на нее накладывали упругий материал (войлок), выполняющий функцию декеля, талер перемещался в зону печатного контакта, где пиан прижимал лист к форме [37].



Рис. 1.1. Печатный станок в типографии Гутенберга (художник Е. Гиллемакер. XIX в.)

Деревянный печатный станок не обладал достаточной прочностью, и для его усиления вся конструкция дополнительно крепилась к потолочным балкам. Кроме того, винтовой механизм перемещения пиана не мог обеспечить необходимое давление, поэтому бумагу предварительно увлажняли, а оттиск с полной двухсторонней формы получали за два приема: сначала опускали пиан на одну ее половину, а затем форму смещали и получали оттиск со второй половины. Производительность первого печатного станка была чрезвычайно низкой, поскольку два человека за час работы могли сделать не более 15—30 оттисков форматом 30 × 40 см. И. Гутенберг явился, по сути, основоположником издательского и типографского процесса получения тиражной печатной продукции.

Несмотря на простоту ручных операций, в печатном станке Гутенберга были заложены основные конструктивные принципы будущего печатного аппарата. Новизна его изобретения заключалась в следующем:

- реализация способа получения идентичных оттисков с печатной формы, составляемой из подвижных и заменяемых элемен-

тов-литер. Первый набор литер был деревянным, позже Гутенберг разработал технологию их отливки из металла, тогда и появились в Европе первые словолитни — предприятия по производству шрифтов, где работали мастера-словолитчики;

- введение в зону печатного контакта упругого материала — декеля, который компенсировал неровности печатной формы и выравнивал давление;

- применение упоров и откидного рашкета (рамки) для четкой ориентации листа относительно формы, что позволяло получать одинаковые размеры полей на оттиске и гарантировало приводку его лицевой и оборотной стороны при двусторонней печати.

Без этих нововведений он не смог бы отпечатать 42-строчную Библию на латыни, сверстанную в два столбца на 643 страницах, которая до настоящего времени представляет образец высокохудожественной печати. Конструкция первого печатного станка оказалась настолько удачной, что просуществовала без принципиальных технических изменений около 350 лет.

1.3. Появление тигельных и плоскопечатных машин

Впервые идея усовершенствования типографского станка появилась в 1802 г. у Фридриха Кенига, работавшего печатником в типографии «Breikopf & Naertel». Он хотел спроектировать печатную машину, которая могла бы частично освободить печатника от ручных операций. Кениг создал такую машину из дерева и кованого железа с оригинальным красочным аппаратом, состоящим из валиков с кожаным покрытием и металлических цилиндров, который явился прототипом современного красочного аппарата. О работоспособности первой печатной машины Ф. Кенига известно мало.

В марте 1810 г. Ф. Кенигу выдали патент на радикально модернизированный печатный станок, в котором он впервые применил красочный аппарат и механизм управления тимпаном и рашкетами (рис. 1.2). Вместе со своим компаньоном А. Бауэром он создает механизированный печатный станок, который становится тигельной машиной [37, 44]. В 1811 г. в Лондоне на ней был отпечатан «Ежегодный реестр 1810 г.» форматом 76 × 102 см, тиражом 3 тыс. экз., со средней производительностью 400 отт./ч. Красочный аппарат первой печатной машины представлял собой емкость 4, из которой краска выдавливалась поршнем 3 и через систему валиков 5—8 подавалась на накатные валики 9, 9', которые попеременно наносили краску на форму. Рашкеты 2 и тимпан 1 крепились к подвижному талеру 10 и периодически опускались на него с помощью груза 11 в момент рабочего хода. Талер совершал возвратно-поступательное движение от ременной передачи.

Вся система привода была довольно громоздкой и размещалась на отдельном блоке 19 рядом с машиной. С главного вала 0 движение передавалось талеру, красочному аппарату и пиану 13 через систему валов и передаточных механизмов 16—18, управляемых цевочными приводными механизмами 14, 15. Машина имела паровой привод. В целом она оказалась очень сложной, громоздкой и экономически неэффективной, хотя и стала настоящим шедевром инженерной мысли для своего времени, поскольку практически все основные операции на ней производились в автоматическом режиме.

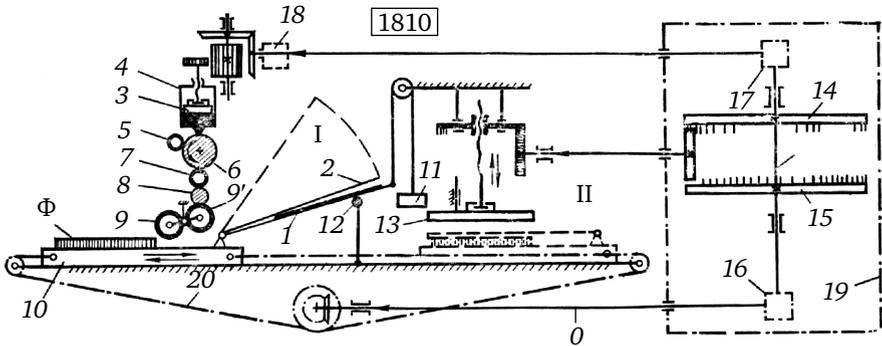


Рис. 1.2. Схема первой тигельной машины:

- 1 — тимпан; 2 — рашкеты; 3 — поршень; 4 — емкость с краской;
 5—8 — валики; 9, 9' — накатные валики; 10 — талер; 11 — груз; 12 — упор;
 13 — пиан; 14, 15 — цевочный привод; 16, 17, 18 — передаточные механизмы;
 19 — блок привода с главным валом (0); 20 — ременная передача

Из-за технического несовершенства первой печатной машины Ф. Кениг отказался от попыток ее модернизации и обратился к радикальному изменению зоны печатного контакта, введя в конструкцию печатный цилиндр. Эта идея уже была реализована в станке глубокой печати, первое описание которого относится к 1607 г. Печатный аппарат этого станка содержал два деревянных валка, между которыми проходил талер с гравированной металлической формой, на углубленные печатающие элементы которой наносили краску, а затем накладывали лист бумаги и войлочный декель. Автор станка остался неизвестен, но идея передачи давления по линии впоследствии оказалась удивительно плодотворной. Перспективность такого печатного аппарата подтвердил В. Никольсон, запатентовав в 1790 г. схему ротационного печатного аппарата, в котором он предложил использовать цилиндры. К сожалению, из-за отсутствия технических средств для реализации этой идеи печатный аппарат не был построен.

Принцип передачи давления по линии Ф. Кениг запатентовал в 1811 г. и реализовал в плоскочечатной машине, где форма размещалась на подвижном столе — талере, а лист бумаги перемещался к форме вращающимся печатным цилиндром с захватами.

Первые действующие плоскочечатные машины, созданные в Англии Ф. Кенигом и его компаньоном А. Бауэром в период с 1811 по 1818 г, были новаторскими техническими решениями, на то время не имеющими аналогов. Кениг и Бауэр создали и запустили в производство четыре типа плоскочечатных машин: два варианта плоскочечатных стоп-цилиндровых машин (одно- и двухнакладные) и два варианта двухоборотных плоскочечатных машин (одно- и двусторонние), работающих от парового двигателя со средней производительностью до 1000 отт./ч. В учебнике [37] дается детальное описание схем этих машин.

Рассмотрим более подробно схему первой стоп-цилиндровой однокрасочной машины (рис. 1.3, а). Талер 1 с формой Ф приводился в движение от равномерно вращающейся шестерни 2, которая, зацепляясь с его цевочной рейкой 3, сообщала талеру постоянную скорость. Для реверсирования талера ось 4 шестерни входила в кольцевые пазы 5 рейки и переводилась из верхнего I (рис. 1.3, б) положения (над рейкой) в нижнее II (под рейкой). Инерционные силы, возникающие при реверсировании талера, уравнивались пружинными амортизаторами 6.

Печатный цилиндр состоял из трех печатных поверхностей P_1 , P_2 , P_3 (см. рис. 1.3, а), разделенных выемками. Цилиндр прерывисто вращался в одну сторону, совершая $1/3$ оборота за цикл, после чего останавливался. Во время выстоя на одну из его печатных поверхностей печатник вручную накладывал лист бумаги. В период печатания цилиндр кулачковой муфтой соединялся с приводом машины и вращался с постоянной скоростью, равной скорости талера. После взаимодействия с талером цилиндр останавливался выемкой книзу (чтобы пропустить талер влево) с помощью качающегося от кулачка вильчатого рычага 7, который в каждом цикле захватывал один из трех пальцев 8 печатного цилиндра. Затем этот же рычаг разгонял цилиндр до скорости талера. Позднее такие машины с останавливающимся цилиндром стали называть стоп-цилиндровыми. Во время выстоя цилиндра с его нижней поверхности печатник снимал готовый оттиск и выкладывал на стол 9, а на его печатающую поверхность со стола 10 вручную накладывался новый лист. К печатным поверхностям лист прижимали упругие ремни 11 (два по краям и один посередине), укрепленные на откидных рамках 12. Патент на машину был выдан в 1811 г., а в 1812 г. ее (с приводом от парового двигателя) запустили в эксплуатацию, что позволило поднять производительность до 800 отт./ч.

Дальнейшее совершенствование печатного станка, начатое и не завершенное Ф. Кенигом, связано с изменением положения пиана и формы, которые стали размещаться вертикально. В 1833 г. эту идею осуществил английский печатник Д. Китчен, который изобрел простую и дешевую печатную машину, предназначенную для малоформатной,

малотиражной и однокрасочной продукции. Вертикальная форма 2 крепилась неподвижно, качающийся палан 1, который вскоре стал называться тиглем (отсюда и название машины), приводился в движение от вала 0 рычажным механизмом 3 (рис. 1.4). Накатной валик 4 был подвешен на шнурах и двигался от вала 5 через переключающуюся кулачковую муфту, а дукторный и раскатной цилиндры приводились через ременную передачу 6. Толщину красочного слоя регулировал красочный нож, а давление в зоне печатного контакта менялось в зависимости от положения опоры O_1 . Для фиксации листа на тигле рашкет 8 настраивали вручную. Тигельная машина имела небольшие габаритные размеры и при обслуживании двумя рабочими (печатник и вертильщик) позволяла печатать до 500 отт./ч, а с приводом от трансмиссии один печатник получал на ней до 600 отт./ч.

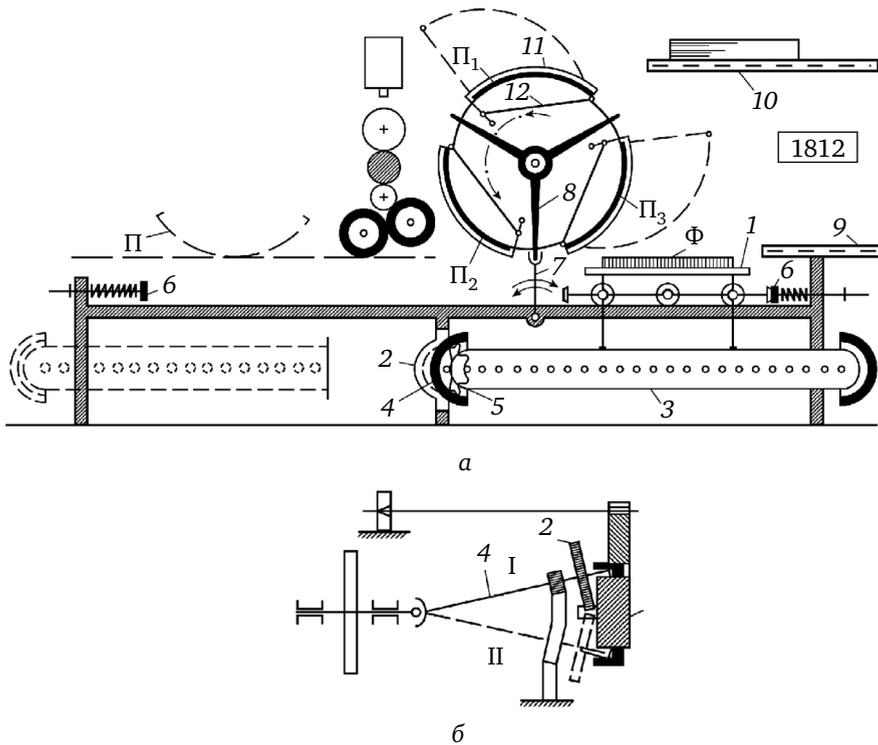


Рис. 1.3. Схемы первой плоскопечатной машины (а) и реверса талера (б):

1 — талер; 2 — шестерня; 3 — рейка с цевками; 4 — ось шестерни; 5 — паз;
6 — амортизаторы; 7 — рычаг; 8 — палец; 9 — приемный стол; 10 — стол
с бумагой; 11 — ремни; 12 — рамки откидные

С середины XIX в. выпускали различные по конструктивному исполнению тигельные машины, которые из-за их массового производства в США назывались «американками». Несмотря на конструктивное разнообразие тигельных машин, схема их печатного

аппарата до наших дней сохранила основные признаки первого печатного станка — взаимодействие двух плоскостей (печатная форма и плоская давящая поверхность). В зависимости от жесткости конструкции печатного аппарата и характера перемещения тигля к форме машины делятся на два типа: легкие с качательным движением тигля и тяжелые со сложнодвижущимся тиглем (качательным и поступательным перемещением).

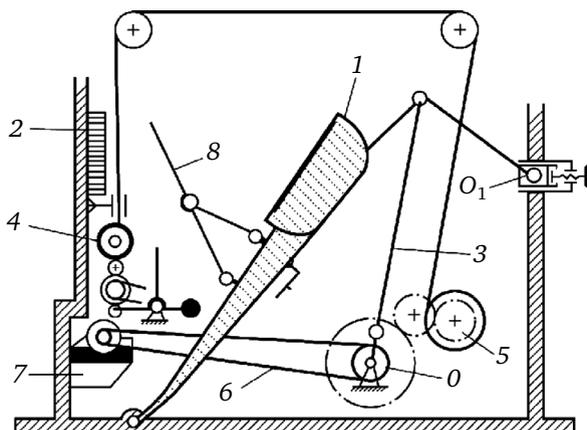


Рис. 1.4. Схема малоформатной тигельной машины:

1 — тигль; 2 — форма; 3 — рычажный механизм; 4 — накатной валик; 5 — вал; 6 — ременная передача; 7 — емкость с краской; 8 — рашкет

Тигельные печатные машины до сих пор работают в типографиях. Универсальность, малые габаритные размеры и масса, невысокая стоимость, простота в обслуживании делают эти машины весьма экономичными. Из всего многообразия плоскочечатных машин, выпускавшихся в мире до середины прошлого века, осталось всего несколько образцов, которые установлены в офисах некоторых фирм-производителей этого оборудования в качестве действующих музейных экспонатов. В настоящее время плоскочечатные и тигельные машины после соответствующей модернизации и оснащения электроникой успешно применяются для тиснения фольгой, высечки, перфорации и других вспомогательных операций, что существенно улучшает внешний вид печатной продукции.

1.4. Первые листовые ротационные машины

Схему ротационного печатного аппарата, предложенную В. Никольсоном еще в 1790 г., спустя 50 лет реализовали на практике при построении двух многонакладных ротационных машин. Одну создала американская фирма «Хое» в 1846 г., другую — год спустя А. Эппльгет в Лондоне. На старых рисунках печатные машины

изображены в виде громоздких многоярусных сооружений с галереями для обслуживающего персонала. Из-за больших габаритных размеров их называли «мамонт-машинами».

В машине А. Эппльгета вокруг вертикального формного цилиндра диаметром 1,63 м располагались восемь печатных цилиндров диаметром 0,33 м, на которых крепили печатные формы, набранные из обычных прямоугольных литер. Каждый печатный цилиндр взаимодействовал с накладным и приемным столами со сложной системой тесемочной проводки листа. Машину обслуживали восемь накладчиков и восемь приемщиков. Она проработала 14 лет и печатала при ручном накладе до 12 тыс. отт./ч, что в то время считалось высокой производительностью.

Американская машина отличалась более удобным для проводки листов горизонтальным расположением цилиндров: вокруг формного цилиндра размещались четыре печатных цилиндра с накладными и приемными столами. В 1856 г. фирма «Хое» строит шестинакладные, а в 1857 г. — две десятинакладные машины. Однако, начиная с 1870 г., из-за больших размеров и многочисленности обслуживающей бригады их вытеснили из газетного производства более эффективные и экономичные рулонные машины.

Рассмотрим более подробно схемы некоторых типографских машин (так стали называть машины высокой печати). Изобретение круглого стереотипа, представляющего собой литую печатную форму, а также потребность в более производительных машинах побудили фирму «Хое» после выпуска многонакладных машин создать в 80-х гг. XIX в. более простые однонакладные машины. Если бумагу на этой машине сначала подавали вручную (рис. 1.5, а), то оттиск выводился листовыводными каретками. Для этого печатный цилиндр П при втором обороте отходил от формы. Подобные машины с ручным накладом вплоть до 1910 г. выпускали в США и другие фирмы. В 1897 г. фирма «Харрис» построила 2-красочную машину планетарного типа (рис. 1.5, б), где вокруг печатного цилиндра размещались два формных. В 1905 г. эту печатную машину оснастили изобретенным в начале XX в. самонакладом, что позволило поднять ее производительность до 5 тыс. отт./ч. Первая 2-красочная машина секционного построения формата 99 × 142 см была создана в США в 1913 г. Несколько позднее начали выпускать 4-красочные машины с планетарным печатным аппаратом.

Большую роль в развитии многокрасочных ротационных машин высокой печати сыграло появление в 1890 г. печатной машины И. И. Орлова для производства ценных бумаг. Изобретенный им способ формирования многокрасочного сырого изображения на сборной форме с последующим переносом его на бумагу, названный «орловской печатью», позволил защитить ценные бумаги от подделки. До этого ценные бумаги пытались защитить путем из-

готовления на специальных гильоширных машинах сложной формы, получаемой способом механического гравирования различных геометрических узоров и фигур с переменной частотой шага и разной толщиной штриха. Однако это не уберегало ценные бумаги от подделки, и только нанесение насыщенного красочного рисунка способом «орловской печати» могло их в какой-то степени защитить. Изобретение И. И. Орлова было отмечено Гран-при на промышленной выставке в Париже в 1893 г. и защищено патентами России, Германии и Великобритании. Однако изобретатель не нашел достойной поддержки в России, и машины И. Орлова в нескольких видоизмененном виде стали изготавливать в Германии.

В 1798 г. А. Зенефельд изобрел способ прямой плоской печати — литографии (от греч. *lithos* — камень и *grapho* — пишу). Этот способ позволял передавать красочный рисунок с печатной формы (литографского камня или близкой к нему по свойствам пластины) непосредственно на запечатываемый материал. Он нашел применение в печатной машине, разработанной французской фирмой «Маринони» вместо малопроизводительных плоскочечатных машин (рис. 1.5, в), на базе которой позднее была построена офсетная печатная машина (рис. 1.5, з). Следует отметить, что уже на первых этапах развития ротационных печатных машин литография не находит применения в полиграфии, поскольку появляется более совершенный способ — офсетная плоская печать.

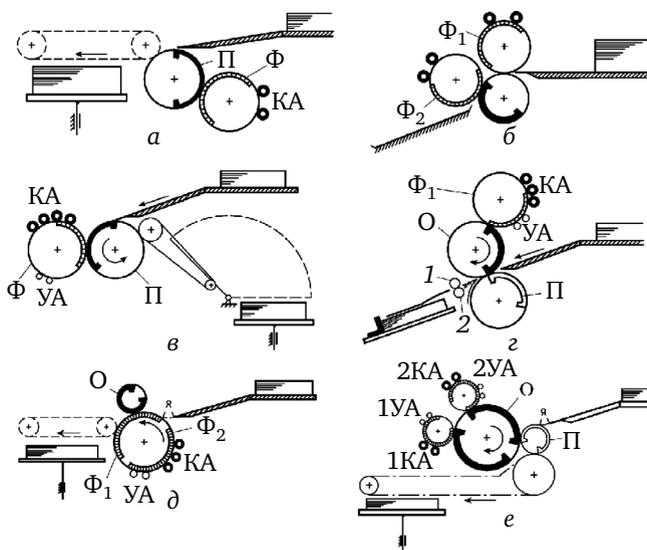


Рис. 1.5. Схемы печатных машин:

а, б — машины высокой печати; в — машина литографской печати; з, д, е — машины офсетной печати (КА — красочный аппарат, УА — увлажняющий аппарат, П — печатный цилиндр, Ф — формный цилиндр, О — офсетный цилиндр, 1, 2 — выводные ролики)

Опыт эксплуатации однокрасочных машин и успешное применение способа «орловской печати» послужили толчком к созданию 2-красочных машин офсетной печати для запечатывания листа как с одной, так и с двух сторон. Такие машины строили в первой четверти XX в., и они отличались тем, что имели неравные диаметры цилиндров, как правило, кратные двум. Так, в 1907 г. немецкая фирма «Фохмаг» по патенту К. Германна построила 2-цилиндровую машину для двусторонней печати, в которой офсетный цилиндр О (рис. 1.5, д) при первом обороте воспринимал изображение с формы Φ_2 , а при втором — передавал его на лист. При этом последний, проходя зону Φ_1 — О, запечатывался сразу с двух сторон. Появлению этой схемы способствовал случай, когда печатник по небрежности провернул литографскую машину без листа, в результате чего на печатный цилиндр перешло изображение с формы, поэтому в следующем цикле получился двусторонний оттиск.

В период с 1913 по 1920 г. появляются машины планетарного типа с общим офсетным цилиндром удвоенного диаметра (рис. 1.5, е), вокруг которого размещаются печатный и формные цилиндры. Несколько позднее, в начале XX в., после успешной эксплуатации листовых машин высокой и офсетной печати и отработки конструкций основных узлов транспортировки и проводки листа были созданы листовые машины глубокой печати, отличающиеся спецификой построения печатного аппарата.

Более активное производство различных типов листовых печатных машин началось после разработки и внедрения в печатный аппарат автоматической системы подачи листов (самонаклада), что позволило существенно поднять их производительность.

1.5. Изобретение рулонных ротационных машин

Рулонные ротационные машины оказались последними по времени создания и явились естественным итогом применения ротационного аппарата для печатания на ленте, разматываемой с рулона. Возникновение их, как и листовых ротационных машин, было связано с потребностями газетного производства, и поэтому вплоть до XX в. они предназначались только для высокой (типографской) печати.

Идея создания машины для печатания на бумажной ленте, способ изготовления которой был освоен в начале XIX в., занимала умы изобретателей. Однако эти идеи были реализованы только после того, как в 50-х гг. XIX в. стали промышленным способом выпускать круглые стереотипы — литые формы высокой печати.

Первые действующие модели машин для двусторонней печати со стереотипов представили публике в 1851 г. на всемирной выставке в Лондоне. Они содержали все узлы, характерные для рулонных

ротационных машин, и были первыми прототипами современных машин этого типа. В 1862 г. на выставке в Лондоне Т. Вилкинсон из США показал модель машины, в которой лента перед печатанием увлажнялась аппаратом 1 (рис. 1.6), запечатывалась с двух сторон и разделялась на листы ротационным перфораторным ножом 2 и отрывными роликами 3.

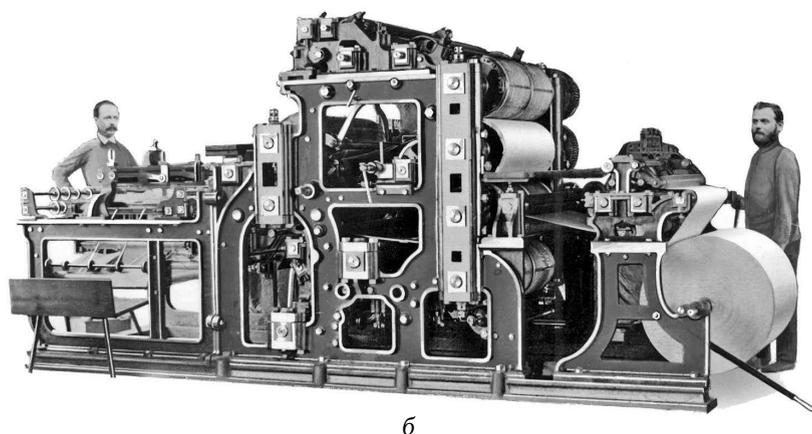
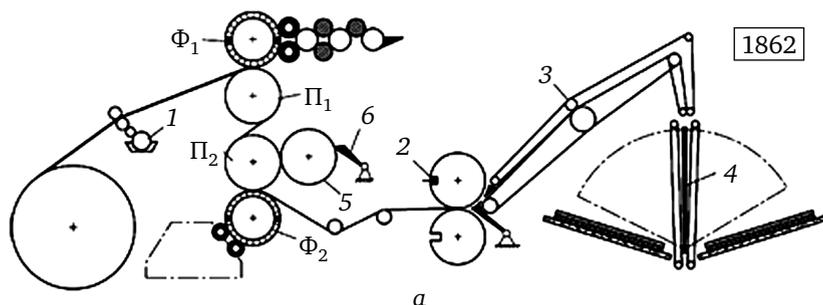


Рис. 1.6. Первая рулонная ротационная машина:

- а — схема построения: 1 — увлажняющий аппарат; 2 — нож ротационный;
 3 — ролики отрывные; 4 — лучинки; 5 — цилиндр; 6 — рапель;
 б — внешний вид;

Последние создавали между листами интервал, необходимый для их поочередного выклада на приемные столы лучинками 4. Для уменьшения отмарывания служил гладкий цилиндр 5, с которого нож 6 удалял следы краски. После выставки владелец газеты «Таймс» приобрел эту модель и по ее образцу построил точно такую же машину, которая в 1865 г. прошла испытания и начала эксплуатироваться в типографии (скорость работы 5—6 тыс. об/ч). Позже, в 1870 г., ротационную машину оснастили сборным цилиндром для подборки комплектов из пяти листов, позволившим уменьшить частоту качания лучинок и повысить скорость работы до 12 тыс. об/ч,

а также устройством для клапанной поперечной фальцовки листов и ножевым фальцаппаратом для второго продольного сгиба.

Большим шагом вперед в развитии рулонных машин стало изобретение в 1876 г. поворотных штанг, позволивших управлять движением бумажных лент. В 1883 г. американец Л. К. Кроуэл изобрел фальцоворонку для продольного сгибания листов или ленты на ходу машины, что дало возможность оснастить печатные машины фальцаппаратами (ФА). Эти изобретения открыли путь к созданию машин, предназначенных для изготовления многостраничных изданий, так как благодаря воронке удалось удвоить ширину лент, а с помощью штанг можно было производить их подборку для совместной обработки.

Потребность в выпуске объемных тиражных изданий заметно возросла к началу XX в., когда в Европе и США особенно широко развивается газетное и книжно-журнальное производство, заметно увеличиваются тиражи и объемы газет, а издательское дело превращается в одну из крупнейших отраслей промышленности. Машины, до этого печатавшие за один оборот печатной пары только одну 4-страничную газету, перестали удовлетворять издателей, которые требовали от машиностроителей создания более скоростных печатных машин увеличенного формата.

В результате уже в 90-х гг. XIX в. появились машины для выпуска сначала 8- и 16-, а затем и 32-страничных газет. Они строились по принципу агрегатирования сначала двух (рис. 1.6, а), а затем и большего числа однорулонных машин при использовании ленты двойной ширины и установке на формный цилиндр четырех или восьми стереотипов вместо двух [37]. Для выпуска газет еще большего объема все секции машин стали компоновать по вертикали (рис. 1.6, б), благодаря чему появились 2- и 4- и даже 6-ярусные машины, которые эксплуатировали около 40 лет, начиная с 1890 г. В 20-х гг. XX в. из-за неудобства обслуживания их вытеснили более эффективные агрегаты балконного типа, в которых рулонные установки и главный привод размещаются в нижней части машины, обычно на уровне бумажного склада, а печатные секции и фальцаппараты — в верхней части, на уровне печатного цеха.

Подобные газетные агрегаты были оснащены системами насосной подачи краски, трехлучевыми устройствами для установки рулонов, системами автоматической склейки ленты и другими вспомогательными устройствами. Их эксплуатационная скорость повысилась до 18—20 тыс. об/ч. Для увеличения мощности рулонные машины балконного типа построения оснащали несколькими печатными секциями (рис. 1.7, в, г). С целью расширения технологических возможностей рулонных машин стали применять поворотные штанги 1, 2 (рис. 1.7, з), что позволяло изменять направление движения ленты.

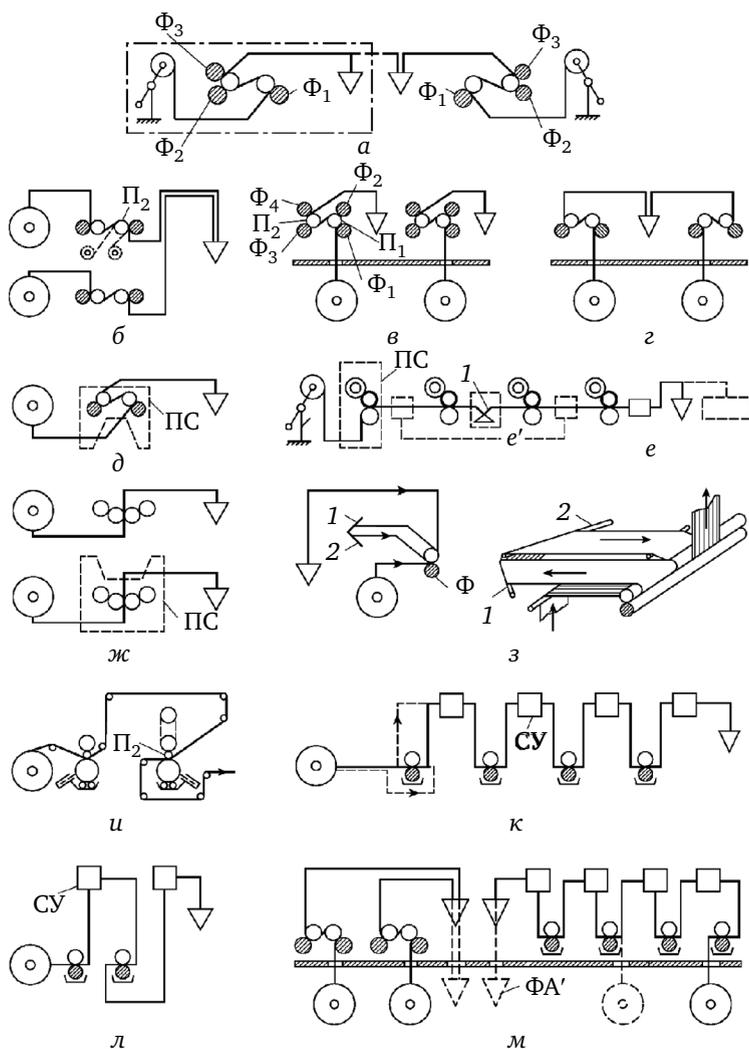


Рис. 1.7. Принципиальные схемы рулонных машин:

а — агрегатирование двух унифицированных однорулонных машин; б — ярусное (вертикальное) расположение печатных секций; в, г — варианты балконной схемы построения; д — газетная печатная машина; е — вариант построения односторонней офсетной машины; ж — 4-цилиндровые печатные секции; з — вариант размещения поворотных штанг 1, 2; и — машина глубокой печати; к — многокрасочная машина глубокой печати; л — однокрасочная машина глубокой печати; м — вариант агрегатирования секций высокой и глубокой печати

Офсетные рулонные машины начали строить в Германии по схеме, приведенной на рис. 1.7, ж, для многокрасочной двусторонней печати (вариант построения — «резина к резине»). Появлению офсетных машин предшествовали литоофсетные рулонные

машины, создание которых началось с 1911 г. В США офсетные машины стали производить лишь с 1930 г., причем в основу построения многокрасочных машин была положена схема линейного (партерного) агрегатирования 3- или 4-цилиндровых секций с устройством 1 переворота ленты (рис. 1.7, е), скорость перемещения ленты в которых составляла 2—2,5 м/с. После Второй мировой войны наблюдается значительное расширение объема и номенклатуры изданий, печатаемых офсетным способом, в частности газет, что потребовало увеличения мощности машин. В связи с последним обстоятельством во многих странах начали строить многорулонные агрегаты балконного типа по аналогии с типографскими печатными машинами, а несколько позже появились машины ярусного (башенного) варианта построения.

Машины глубокой печати строили по схеме, приведенной на рис. 1.7, и, в Англии с 1895 г., в США с 1906 г., в Германии с 1910 г. К 1919 г. в США уже работали 19 таких машин, оборудованных сушильными устройствами (рис. 1.8, л), а с 1920 г. там стали выпускать 4- и 6-секционные машины для многокрасочной печати (рис. 1.8, к). Из-за медленного высыхания применявшихся тогда скипидарных красок скорость ленты в первых машинах не превышала 0,5 м/с. В 1930-х гг. появились машины балконного типа, часто объединяемые с секциями высокой и глубокой печати (рис. 1.7, м). Благодаря усовершенствованию сушильных устройств они предназначались для двусторонней многокрасочной печати крупнотиражной продукции. В этих машинах насосы подавали краски на основе летучих растворителей, что позволило увеличить скорость их работы до 30 тыс. оборотов формного цилиндра в час, а скорость проводки ленты — до 4—6 м/с.

С 90-х гг. прошлого столетия наблюдается активное развитие способа глубокой печати с одновременным повышением производительности рулонных машин глубокой печати не только за счет увеличения скорости проводки ленты до 15 м/с, но и за счет увеличения ширины рулона. С учетом рентабельности производства с 1995 г. был прекращен выпуск печатных машин с шириной рулона меньше 2,5 м. На выставке *drupa* 2004 была продемонстрирована печатная машина TR12B с шириной рулона 4,32 м (КВА), что позволяет получать большой объем печатной продукции за один рабочий цикл [18, 46].

Флексографские машины появились во второй половине XIX в. Флексографская печать — это разновидность способа высокой печати, для которого характерно применение упругой эластичной формы и быстросохнущих жидких красок. Первоначально в этом способе печати использовали анилиновые синтетические красители, тогда и появился термин *анилиновая печать* (*die Anilindruck*) или *анилиновая резиновая печать* (*die Anilin-Gummidruck*).

В 1952 г. на 14-й Национальной конференции по упаковочным материалам был предложен общепринятый сегодня термин *флексографская печать* или *флексография* (от лат. *flexus* — гибкий и греч. *grapho* — писать, рисовать).

Точную дату изобретения флексографии назвать трудно. Важной технической предпосылкой явилось изобретение американцем Дж. Л. Кингсли в 1853 г. резиновых эластичных форм, основу которых составлял натуральный каучук. Способ печати анилиновыми красителями при использовании резиновых форм описал К. Хольвег в немецком патенте от 1907 г., что позволяло активно использовать этот способ для печатания на бумажных мешках и других упаковочных материалах. Новый этап в развитии флексографии начался в 1912 г., когда парижская фирма «С. А. ла Целлофан» начала производство целлофановых мешков, на которых печатали анилиновыми красками [34].

Область применения флексографии постепенно расширялась, чему способствовали определенные преимущества этого способа печати перед классическими. Применение в печатном аппарате эластичных форм высокой печати и жидких красок позволяло запечатывать различные по фактуре и свойствам поверхности со значительно меньшими усилиями, нежели с типографских (жестких) форм. Флексография объединила в себе преимущества как высокой, так и офсетной печати при существенном конструктивном упрощении печатного и красочного аппаратов.

На рис. 1.8 в порядке усовершенствования приведены различные варианты построения флексографских печатных аппаратов, начиная с простейшего красочного аппарата валкового типа (рис. 1.8, а). Несколько позже в красочной системе появляется ракель 6 (рис. 1.8, б), а в 1951 г. в США была разработана новая система подачи жидкой краски на форму, получившая название «анилокс». В этом случае краска поступает на форму не сплошным потоком, а передается на нее небольшими порциями (каплями) из ячеек металлического анилоксового или растрированного валика 7 (рис. 1.9, в). Его поверхность имеет гравированную структуру с ячейками пирамидальной формы, заполненными краской. Для более точного регулирования подачи краски над растрированным валиком устанавливают ракель 6 (рис. 1.8, в), который в дальнейшем в связи с увеличением скорости печатания трансформируется в закрытую красочную систему 8 в виде камерного ракеля (рис. 1.8, з). Благодаря внедрению способа лазерного гравирования ячейки приобретают сферическую форму, а на внешнюю поверхность растрированного валика для большей износостойкости наносится керамическое покрытие.

На протяжении почти всего XX в. продолжалось развитие и совершенствование флексографских печатных машин, которые в ос-

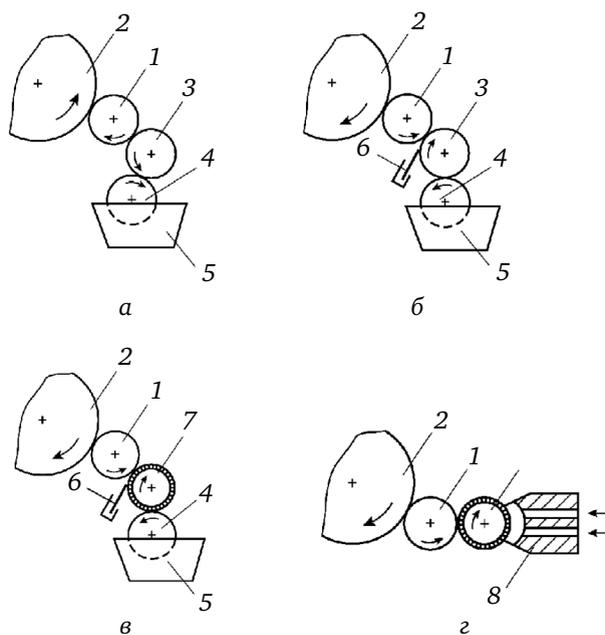


Рис. 1.8. Схемы флексографских печатных и красочных аппаратов:

а — валковый красочный аппарат; *б* — с открытым rakelем;
в — с растриванным (анилоксовым) валиком; *г* — с камерным rakelем;
 1, 2 — формный и печатный цилиндры; 3, 4 — накатной и дукторный валики;
 5 — красочный ящик; 6 — rakelь; 7 — растриванный (анилоксовый)
 валик; 8 — камерный rakelь

новном были предназначены для запечатывания рулонных материалов. Машины имеют планетарное или секционное построение и активно применяются для печатания на синтетических материалах, картоне и упаковочных изделиях, а с 1980-х гг. — в газетном производстве [18].

1.6. Из истории создания отечественного печатного оборудования

До начала второй четверти XIX в. в России изготавливали ручные печатные станки. Первые печатные машины здесь были построены в 1828—1829 гг. в механических цехах Александровской мануфактуры. В дальнейшем их производство было освоено на Ижевском заводе, в механическом заведении Леснера, на московском заводе И. Флора, Петербургском машиностроительном заводе И. А. Гольдберга и др. Однако, встретив жестокую конкуренцию со стороны иностранных фирм, поддерживаемых царским правительством, эти предприятия вынуждены были прекратить изготовление печатно-

го оборудования. Поэтому развитие производства печатных машин протекало в России в исключительно тяжелых условиях, во многом благодаря энтузиазму отдельных людей. В XIX в. российские изобретатели получили ряд патентов по печатной технике, которые, однако, не нашли применения на родине.

В 1929 г., в советское время, была образована Правительственная комиссия, подготовившая предложения, которые создали условия для развития полиграфической отрасли. Начало полиграфического машиностроения в СССР принято отсчитывать от времени выпуска первой листовой машины высокой печати «Пионер» на Рыбинском заводе полиграфических машин в середине июля 1931 г. В марте 1932 г. в Ленинграде на заводе имени М. Гельца состоялся выпуск двух первых линотипов, а немного позже и первой малоформатной рулонной машины марки Р, предназначенной для небольших газетных типографий. Дальнейшим толчком к развитию полиграфического машиностроения послужило принятое Советом Народных Комиссаров СССР 29 апреля 1938 г. решение о создании в системе Народного комиссариата машиностроения Главного управления полиграфического машиностроения, в состав которого входило 11 заводов, в том числе московское ЦКБ «Полиграфмашпроект».

В предвоенные годы было произведено 572 печатные машины «Пионер», 180 двухоборотных плоскочечатных машин, 147 секций газетных ротаций и прочее полиграфическое оборудование. К началу Великой Отечественной войны на заводах Главполиграфмаша изготавливали 80 наименований полиграфических машин, в том числе рулонные печатные машины в комплекте с формным оборудованием, плоскочечатные машины, переплетное оборудование и др. В результате импорт полиграфической техники резко сократился.

После войны были восстановлены разрушенные заводы. На 1950 г. общая численность работавших в отрасли составляла примерно 12 тыс. человек. В то время заводы, кроме Ленинградского и Рыбинского, не имели своих конструкторских отделов и выпускали продукцию по документации НИИполиграфмаша, созданного в послевоенные годы.

Поскольку опыта создания полиграфической техники практически не было, сначала копировали зарубежную технику, что позволило ускорить освоение производства различных машин. По мере накопления опыта от прямого копирования стали уходить, в результате чего появились свои школы конструирования. Этому способствовало создание в 1930 г. Московского полиграфического института (ныне Высшая школа печати и медиаиндустрии Московского политехнического университета), одной из основных задач которого была подготовка кадров для полиграфического машиностроения. Большой вклад в развитие основ расчета и проектирования печат-

ных машин внесли работы, выполненные в послевоенный период в НИИполиграфмаше, Рыбинском СКБ ПМ, Омском политехническом институте (университете), УПИ им. Ивана Федорова (Львов, Украина).

В период 1951—1960 гг. было освоено серийное производство 121 единицы полиграфической техники, в частности, производство всего комплекса оборудования для выпуска газетной и книжно-журнальной продукции с использованием способа высокой печати

В конце 1960-х гг. началось активное сотрудничество со странами — членами Совета экономической взаимопомощи, где изготавливалось полиграфическое оборудование. В первую очередь это касалось ГДР и Чехословакии, с которыми была достигнута договоренность о специализации в области производства полиграфического оборудования и о поставке в СССР более 350 наименований оборудования. Завод «Планета» (бывшая ГДР, г. Родебойль — теперь завод по производству машин Rapida) стал поставлять в СССР через Рыбинский завод «Полиграфмаш» печатные секции листовых машин и приемные устройства к машинам «Планета-Вариант», «Планета-Супер-Вариант», «Планета-Варимат». Это помогло удовлетворить потребность типографий в машинах данного типа, но привело к тому, что завод «Полиграфмаш» практически прекратил производство листовых машин собственной разработки, хотя до того выпускал листовые машины высокой, офсетной и глубокой печати в нескольких форматах.

В 1980-е гг. развитие отрасли еще шло по инерции. С началом перестройки положение стало ухудшаться, многие заводы обанкротились, а с распадом СССР нарушилась отраслевая связь заводов. Половина заводов отрасли, выпускавших в основном технику для брошюровочно-переплетных и формных процессов, оказались в другом государстве — Украине.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Каким было начало зарождения печатной техники?
2. Опишите схему печатного станка Гутенберга.
3. Перечислите этапы развития и совершенствования печатного аппарата.
4. Как устроен печатный аппарат тигельной печатной машины?
5. Опишите схему первого листового ротационного печатного аппарата.
6. Опишите схему первой рулонной ротационной печатной машины.
7. В чем состоит принцип партерного построения РПМ?
8. В чем состоит вариант построения ПА «резина к резине»?
9. Опишите схему ПА машины глубокой печати.

Глава 2

ПЕЧАТНЫЕ МАШИНЫ, ИХ НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ

Современные печатные машины представляют собой высокоточные автоматизированные электромеханические системы, предназначенные для выполнения основной технологической операции — печатания. Процесс печатания заключается в нанесении на запечатываемый материал одного или нескольких красочных изображений для получения одинаковых печатных экземпляров, количество которых определяется тиражом печатного издания. Однако применение в полиграфии цифровых печатных машин (устройств) позволяет получать в режимах печатания «по требованию» или персонализации печатную продукцию, тираж которой может составлять один экземпляр.

2.1. Основные термины и определения

Для удобства восприятия учебного материала следует дать пояснение к принятым в полиграфии терминам [43].

Печатные процессы (печатание) — процессы переноса печатной краски на запечатываемый материал.

Печатная машина (ПМ) — машина, предназначенный для воспроизведения изображения (печатания) с необходимой кратностью на запечатываемом материале с помощью краски, специальных чернил или порошка.

Ротационная печатная машина — печатная машина, в которой печатание осуществляется посредством контакта двух цилиндрических поверхностей (формы или офсетного цилиндра и печатного цилиндра) с находящимся между ними запечатываемым материалом.

Печатный аппарат (ПА) — составная часть печатной машины, предназначенная для переноса краски с печатной формы на запечатываемый материал путем силового контакта.

Печатный цилиндр (ПЦ) — составная часть печатного аппарата, осуществляющая силовой контакт запечатываемого материала с печатной формой или промежуточным звеном (офсетным цилиндром) и обеспечивающая проводку запечатываемого материала через зону печати.

Формный цилиндр (ФЦ) — составная часть печатного аппарата, на котором закрепляется печатная форма или формируются печатающие элементы с использованием цифровых технологий.

Офсетный цилиндр (ОЦ) — составная часть печатного аппарата, представляющая собой промежуточное звено, на котором закрепляется офсетная покрывка в виде пластины или гильзы, обеспечивающая перенос краски с печатной формы на запечатываемый материал путем силового контакта.

Красочный аппарат (КА) — устройство, осуществляющее нанесение контактным способом краски на печатающие элементы печатной формы.

Камерный ракель (КР) — закрытая система для подачи жидких красок или лаков на растрированный (анилоксовый) валик (вал) с последующим нанесением краски на формный цилиндр.

Увлажняющий аппарат (УА) — устройство, осуществляющее нанесение увлажняющего раствора на пробельные элементы офсетной печатной формы.

Печатная секция (ПС) — функциональный узел печатной машины, содержащий печатный, красочный и увлажняющий (для офсетной печати) аппараты.

Печатный модуль — часть рулонной печатной машины, содержащая несколько унифицированных печатных секций, размещенных отдельно или в общих стенках

Листовая печатная машина (ЛПМ) — печатная машина, в которой запечатываемый материал подается и выводится в виде листов.

Листопроводящая система — система транспортирования листов от стапеля самонаклада до приемного стапеля.

Листопитающая система (ЛиПС) — система, предназначенная для подачи листов по одному из стапеля самонаклада, последующего их равнения и передачи в ПА; содержащая листоподающую систему (самонаклад), механизмы равнения и листоускоряющие механизмы.

Листопередающая система — система передачи листов от первого до последнего печатного цилиндра.

Листовыводное устройство — предназначено для вывода листов из печатного аппарата к приемному стапелю.

Листоприемное устройство (ЛПУ) — предназначено для формирования из выводимых листов приемного стапеля.

Рулонная печатная машина (РПМ) — печатная машина, в которой запечатываемый материал подается в виде непрерывного

полотна (ленты) с рулона, а выводится в виде тетрадей или листов либо в виде полотна (ленты), которое наматывается в рулон.

Лентопроводящая система (ЛеПРС) — система проводки ленты от лентопитающей системы до фальцаппарата или приемного (листового, рулонного) устройства.

Лентопитающая система (ЛеПС) — система, предназначенная для непрерывной подачи рулонного материала в ПА.

Рулонная зарядка (РЗ) или **рулонная установка** — основное устройство лентопитающей системы, состоящее из механизмов закрепления, торможения/разгона рулона.

Фальцевальный аппарат (фальцаппарат, ФА) — узел механической обработки бумажной ленты, предназначенный для получения продукции в виде тетрадей различного объема (страничности).

Сушильное устройство (СУ) — устройство, предназначенное для принудительного ускорения закрепления краски или других покрытий на запечатываемом материале.

Силиконовый аппарат (СА) — аппарат, предназначенный для нанесения силиконового раствора на запечатанный материал.

Оттиск (*отпечаток*) — красочное изображение, полученное на запечатываемом материале.

Натиск — технологическое усилие, необходимое для передачи краски на запечатываемый материал, осуществляемое механизмом натиска.

Персонализация — возможность нанесения индивидуальных красочных изображений в одном или нескольких экземплярах издания согласно заданной программе.

Печатно-отделочная линия — автоматическая поточная линия для печатания и выполнения брошюровочно-переплетных операций по изготовлению книг, брошюр или журналов за один рабочий цикл.

Цифровая печатная машина (ЦПМ) — печатная машина, в которой изображение на печатной форме формируется посредством энергетического воздействия на нее с помощью электронной вычислительной машины.

Акцидентная печатная продукция — полиграфические работы по изготовлению печатной продукции коммерческого характера, содержащая разнообразные высокохудожественные сюжеты, с лакированием или без него, с применением высечки, тиснения фольгой и пр. дополнительными отделочными операциями. Семантика этого слова (от лат. *accidentia* — случай, случайность) раньше означала выполнение случайных типографских работ, не относящихся к основному профилю типографии (визитки, поздравительные открытки, билеты и другие изделия с разнообразным декоративным оформлением). В настоящее время это более широкое понятие.

2.2. Назначение, состав и классификация печатных машин

Основное назначение печатных машин — выполнение технологического процесса печатания для получения оттисков путем переноса краски с печатной формы на запечатываемый материал.

Печатные машины существенно отличаются от разнообразных печатных устройств, применяемых для размножения документации, вывода информации с ЭВМ, производства печатной продукции с использованием цифровых технологий. Для печатных машин характерно наличие силового механического контакта в печатной зоне для нанесения краски на запечатываемый материал, что и определяет особенности их конструктивного исполнения и построения.

Сфера применения печатных машин чрезвычайно широка, поскольку на них печатается в одну или несколько красок всеми способами печати как издательская (газеты, книги, плакаты), акцидентная, так и промышленная (обои, бланки, этикетки, полуфабрикаты для упаковки, печатные платы) продукция. Помимо печатания на многих печатных машинах могут производиться дополнительные операции по обработке печатной продукции, такие как, например, нумерация, перфорирование, лакирование, высечка, проклейка.

Все печатные машины имеют общую схему построения, в состав которой входят технологические узлы, установленные на станине или базовой плите, системы электромеханических приводов, устройства контроля и управления с высокопроизводительными микропроцессорами с приданным им программным обеспечением, подчиненным «бортовой» ЭВМ.

Схема на рис. 2.1 дает общее представление о структуре как листовых, так и рулонных печатных машин (ЛПМ и РПМ), где по ходу подачи и проводки запечатываемого материала расположены основные узлы и устройства.

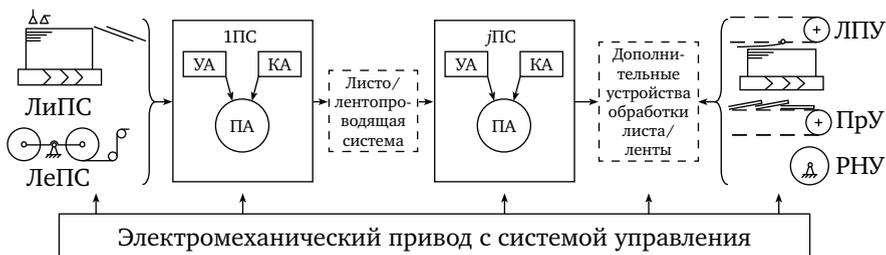


Рис. 2.1. Обобщенная схема печатной машины

Подача запечатываемого материала производится в ЛПМ листовитательной системой (ЛиПС), а в РПМ — лентопитающей системой (ЛеПС). Для нанесения краски на печатающие элементы печатной

формы служит красочный аппарат (КА). При применении плоской офсетной печати на гидрофильные (пробельные) участки формы с помощью увлажняющего аппарата (УА) наносят также увлажняющий раствор. Сам процесс печатания происходит в печатном аппарате (ПА), который совместно с красочным и увлажняющим аппаратами представляет печатную секцию (ПС).

На рис. 2.1 показан принцип секционного построения печатной машины из унифицированных печатных секций, между которыми размещаются элементы листопередающей системы для организации передачи листов в ЛПМ или элементы лентопроводящей системы, обеспечивающие прохождение ленты запечатываемого материала в РПМ. Количество печатных секций и их компоновка зависят от красочности печатной машины. Печатные секции могут размещаться как по горизонтали на одном уровне (партерное построение), так и по вертикали, так называемое башенное построение, характерное для РПМ. Вывод готовой печатной продукции или полуфабрикатов производится в приемном устройстве: в ЛПМ это осуществляется листовыводным транспортером с каретками (ЛПУ), а в РПМ — выводным транспортером (ПрУ).

По ходу перемещения листов к приемному устройству красочные изображения на них закрепляются естественным образом или с помощью сушильных устройств. Кроме того, возможно выполнение дополнительных отделочных операций. Запечатанная бумажная лента обрабатывается в фальцаппаратах, которые по согласованию с заказчиком могут дополняться резальными, клеевыми, швейными и другими устройствами.

До середины XX в. основную долю (порядка 80 %) в производстве и цене машины составляла механика, а остальное — электрооборудование и электроника. В печатных машинах XXI в. это соотношение радикально изменилось: доля механики уменьшилась примерно до 45 %, электрооборудование и электроника стали составлять порядка 35 %, остальное — программное обеспечение.

Классификация печатных машин производится по ряду существенных признаков. Исключением являются цифровые печатные машины, имеющие некоторые отличия от традиционного печатного оборудования.

По *способу печати*, определяющему характер печатной формы, различаются машины высокой (флексографской), плоской и глубокой печати. Флексографская печать представляет собой разновидность способа высокой печати, поскольку печатающие элементы флексографской формы также расположены выше пробельных элементов.

По *геометрии формной и опорной (давящей) поверхностей и принципу их взаимодействия в зоне силового контакта* ПМ разделяются на тигельные, плоскопечатные и ротационные (рис. 2.2).

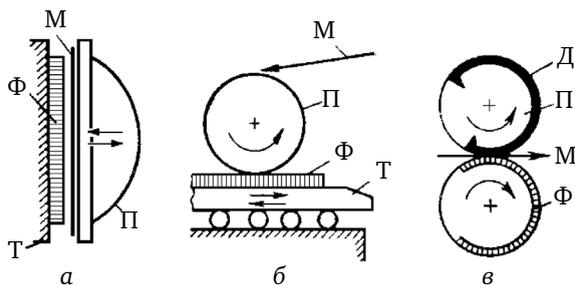


Рис. 2.2. Схемы построения печатных машин:

a — тигельного типа; *б* — плоскопечатного типа; *в* — ротационного типа;
 Ф — печатная форма; П — печатающая поверхность; Т — талер; Д — декель;
 М — запечатываемый материал

В **тигельных** печатных машинах силовое взаимодействие в печатных аппаратах осуществляется по принципу *плоскость по плоскости*, поскольку конфигурации формной и давящей поверхностей — плоскости. Тигельные печатные машины отличаются конструктивной простотой, удобством обслуживания, не требующим высокой квалификации оператора (печатника). Их производство существенно сокращено, но аналогичное построение печатного аппарата нашло активное применение в полуавтоматах высечки и тиснения заготовок при изготовлении упаковочной продукции [46].

В **плоскопечатных** машинах силовое взаимодействие в печатных аппаратах осуществляется по принципу *цилиндр по плоскости*, поскольку формная поверхность представляет собой плоскость, а давящая поверхность выполнена в виде цилиндра. Выпуск плоскопечатных машин прекращен с 1970-х гг. из-за их малой эффективности и активного внедрения способа плоской офсетной печати. Одновременно с этим был введен запрет (по нормам экологической безопасности) на применение металлических форм, отливаемых из типографского сплава гарта, в состав которого входят свинец, сурьма и олово. Однако машины этого типа используются для горячего тиснения фольгой на печатной продукции, а также для высечки и перфорации заготовок.

В **ротационных** печатных машинах силовое взаимодействие в печатных аппаратах осуществляется по принципу *цилиндр по цилиндру*, поскольку формная и давящая поверхности выполнены в виде цилиндров.

Ротационные аппараты в зависимости от наличия или отсутствия в них *офсетного цилиндра*, играющего роль посредника, подразделяются на офсетные печатные аппараты и аппараты прямой плоской печати. Наибольшее распространение получили офсетные печатные аппараты. В аппаратах прямой плоской печати реализован способ,

получивший название «ди-лито», когда зеркальное изображение с офсетной формы передается на запечатываемый материал напрямую, без промежуточного офсетного цилиндра. На рис. 2.3 приведены схемы построения офсетных печатных аппаратов.

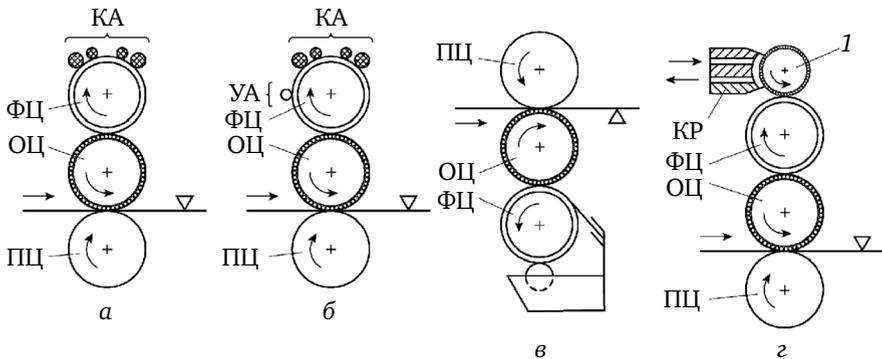


Рис. 2.3. Схемы построения ротационных печатных аппаратов с промежуточным офсетным цилиндром:

- a* — печатный аппарат офсетной высокой (типоофсетной) печати;
- б* — печатный аппарат офсетной плоской печати; *в* — печатный аппарат офсетной глубокой печати; *г* — печатный аппарат офсетной флексографской печати (анилокс-офсет): 1 — растрированный (анилоксовый) валик

По виду запечатываемого материала печатные машины делятся на листовые и рулонные. Листовые машины могут иметь печатные аппараты любого типа, рулонные машины — в основном, ротационного.

В зависимости от формата ЛПМ условно разделяют на машины малого (до 50 × 70 см), среднего (до 70 × 90 см) и большого форматов, к которым относятся все машины, формат которых больше среднего.

В зависимости от ширины рулона РПМ условно разделяют на машины узкорулонные (меньше 60 см), машины одинарной ширины (от 60 и до 90 см) и машины двойной ширины — при ширине рулона 120 см и более. Известны машины глубокой печати, способных печатать с рулона шириной порядка 430 см.

По числу красочных изображений (краскооттисков), наносимых за один прогон на запечатываемый материал, машины разделяются на одно-, двух- и многокрасочные машины. Под прогоном следует понимать одноразовое прохождение запечатываемого материала через технологические секции печатной машины независимо от их количества.

По числу запечатываемых за один прогон сторон запечатываемого материала машины делятся на машины односторонней печа-

ти (▼/-) и машины двусторонней печати (▼/▲), что соответствует нанесению красочного изображения на одну или обе стороны листа или ленты.

В зависимости от состава печатные машины могут быть одного способа печати или нескольких способов печати, когда секции различных способов печати соединяются друг с другом последовательно. Это сочетание печатных секций различных способов печати в одной машине получило достаточно широкое развитие в узкорулонных печатных машинах, где наряду, например, с четырьмя секциями офсетной печати в составе машины могут быть секции трафаретной и флексографской печати. Количество дополнительных секций определяется требованиями к печатной продукции. Особенностью секций офсетной печати подобных узкорулонных машин является исполнение печатного аппарата в виде сменной кассеты с цилиндрами. Кассеты (комплект) могут различаться диаметром цилиндров, что позволяет печатать продукцию с переменной длиной изображения [43].

По степени автоматизации современное печатное оборудование, как правило, это **машины-автоматы**, которые представляют собой высокоавтоматизированные и скоростные системы с автоматической подачей запечатываемого материала и приемкой готовой продукции. Однако еще встречаются машины с ручной подачей запечатываемого материала, которые принадлежат к классу **полуавтоматов**. Они отличаются низким уровнем автоматизации и невысокой производительностью.

Листовые печатные машины имеют меньшую производительность по сравнению с рулонными. Скорость их работы ограничена возможностями листопитающей системы, осуществляющей полистную (дискретную) подачу запечатываемого материала в печатный аппарат. Для машин среднего формата производительность достигает 18 000 листов/ч (или 4 м/с), а для машин большого формата снижается до 10 000—12 000 листов/ч. Современные печатные машины обладают широкими технологическими возможностями воспроизведения на высоком качественном уровне текстовых и иллюстрационных изображений с одновременным проведением дополнительных отделочных операций. Для этого по ходу работы ПМ осуществляется перфорирование, лакирование, нумерация, высечка, тиснение и другие дополнительные работы, что расширяет технологические возможности машины и позволяет получать печатную продукцию повышенной стоимости.

Листовые печатные машины способны запечатывать листовой материал в широком диапазоне форматов при массе 1 м² листа от 30 до 800 г и толщине от 0,03 мм до 1,2 мм. Листы бумаги, картона проводятся через технологические секции машины без натяжения и коробления, что снижает (по сравнению с рулонными

машинами) вероятность их отмарывания, позволяя получить высокую точность совмещения красочных изображений за один прогон в пределах $\pm 0,05$ мм.

Эффективность печатных машин оценивают по коэффициентам использования рабочего цикла $K_{ц}$ и окружности печатного цилиндра $K_{п}$, которые для листовых машин определяются по формулам

$$K_{ц} = t_{п}/T ; K_{п} = l_{п}/\pi D_{п} \approx L_{\max}/\pi D_{п},$$

где $t_{п}$ — время запечатывания листа; T — длительность кинематического цикла; $l_{п}$ — длина рабочей части окружности печатного цилиндра; L_{\max} — наибольший размер листа в направлении его подачи; $D_{п}$ — диаметр печатного цилиндра.

Для листовых ротационных печатных машин эти коэффициенты меньше единицы ($K_{ц} = K_{п} = 0,65 \div 0,85$), так как цилиндры печатных аппаратов ЛПМ имеют нерабочие зоны (выемки) для размещения в них исполнительных механизмов.

В рулонных печатных машинах с ротационным печатным аппаратом время рабочего цикла используется для печатания почти полностью или даже полностью, поэтому $K_{ц}$ близок или равен 1,0. Эти машины из всех видов печатного оборудования наиболее быстроходны, что достигается благодаря непрерывной подаче ленты запечатываемого материала в ротационный печатный аппарат. Скорость движения ленты доходит до 18 м/с при частоте вращения цилиндров печатной аппарата до 50 000—100 000 об/ч. Рулонные машины отличаются многооперационностью, поэтому их правильнее было бы называть поточными линиями. Они могут по ходу движения бумажной ленты проводить ее разрезку, перфорирование, высечку, фальцовку и другие отделочные операции, существенно упрощая и удешевляя процесс получения готовой продукции. Многооперационность рулонных машин дает возможность получать на выходе печатную продукцию в виде тетрадей, листов, рулонов, и даже в виде готовых брошюр, книг и журналов, при включении РПМ в состав печатно-отделочной линии.

К недостаткам РПМ по сравнению с ЛПМ следует отнести:

— ограниченность форматов печатной продукции (кроме машин глубокой печати); данное ограничение связано с тем, что, при постоянной длине отрубаемых листов изменение формата возможно только за счет изменения ширины рулона бумаги;

— ограниченность вариантов длины рубки ленты запечатываемого материала (кроме машин глубокой печати) из-за «жесткой» схемы фальцаппарата;

— меньшую точность совмещения красочных изображений из-за нестабильного поведения ленты запечатываемого материала; при силовом замыкании цилиндров ПА на контактные кольца (40—120 г/м²).

2.3. Схемы построения листовых офсетных печатных машин

Особенность построения печатного аппарата офсетных машин заключается в наличии в нем промежуточного офсетного цилиндра, предназначенного для передачи красочного изображения с печатной формы на поверхность запечатываемого материала. Обязательным условием работоспособности офсетного печатного аппарата служит наличие в зонах контакта цилиндров силового фактора — давления.

Построение ЛПМ определяется размещением листопитающего (самонаклада) и листоприемного (приемного) устройств относительно печатного аппарата. Практически все современные ЛПМ строятся по принципу *фронтальной проводки листа*, когда по одну сторону от печатного аппарата располагается листопитающее устройство, а листоприемное устройство располагается по другую его сторону. Это видно на примерах типовых структурно-принципиальных схем печатных аппаратов, представленных на рис. 2.4, где стрелками показано направление подачи и вывода листов [44].

При построении малоформатных машин предыдущего поколения достаточно часто применялся принцип *обратного вывода листа*, когда листопитающее и приемное устройства размещались друг под другом с одной стороны печатного аппарата. Подобная компоновка отличалась наименьшими габаритами по сравнению с компоновкой при фронтальной проводке листа. При этом ограниченная емкость ступеней самонаклада и приемного устройства создавала некоторые неудобства при их обслуживании. Тем не менее, это не помешало фирме K&V использовать этот принцип при построении цифровой печатной машины 74 Karat, в которой самонаклад расположен под приемным устройством, что вызывает некоторые затруднения при его обслуживании [44].

Как правило, большинство печатных секций однокрасочных машин состоит из цилиндров равного диаметра с традиционным построением по *L*-образной схеме. В этом варианте линия центров формного и офсетного цилиндров близка к вертикали, а линия центров офсетного и печатного цилиндров образует с ней угол, превышающий 90°. Это положение линии центров офсетного и печатного цилиндров, если сравнить его с положением часовой стрелки на циферблате, называется положением «5 часов», а зеркальное отображение этой схемы — положение «7 часов» (рис. 2.4, а).

Целесообразность построения печатного аппарата по схеме на «5 часов» доказала практика эксплуатации и обслуживания однокрасочных печатных машин. Такая схема обеспечивает установку офсетного цилиндра в рабочее положение (включение натиска) и его отвод (выключение натиска) в тот момент, когда в обеих зонах контакта будут находиться выемки цилиндров (их нерабочие участ-

ки), что позволяет полностью запечатать в случае отключения на- тиска поданный в печатный аппарат лист. Однокрасочные печатные машины, построенные по этой схеме, предназначены в основном для печатания малоформатной однокрасочной продукции за один прогон, а также многокрасочной односторонней или двусторонней продукции за несколько прогонов.

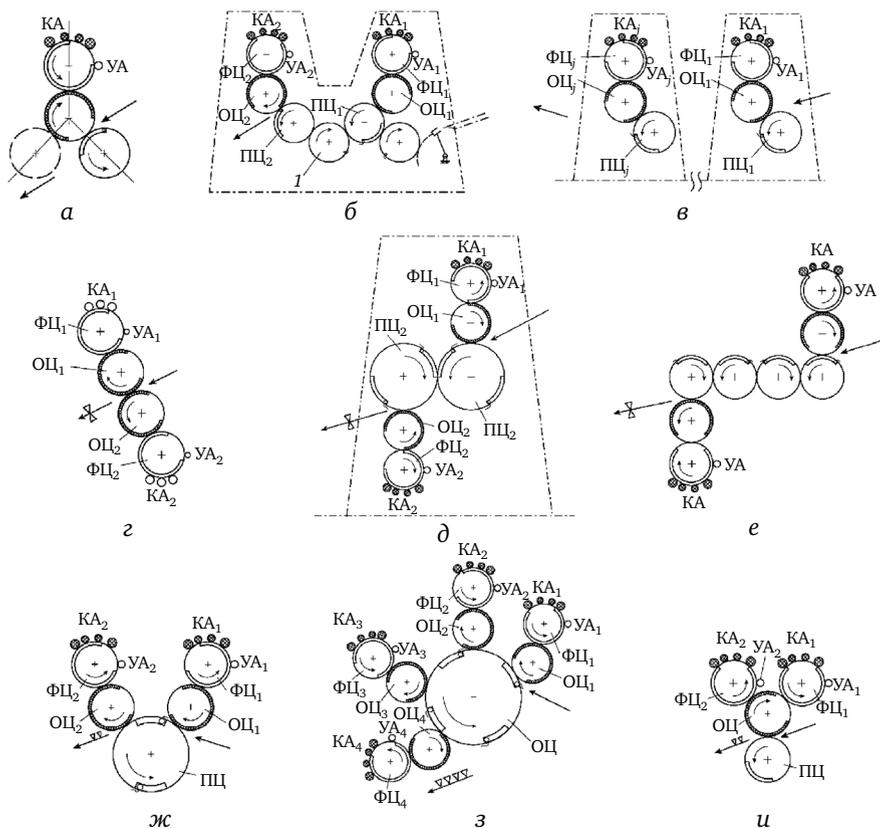


Рис. 2.4. Типовые структурно-принципиальные схемы печатных аппаратов ЛПМ:
а — L-образная схема построения с ориентацией офсетного цилиндра на «5 и 7 часов»; *б* — зеркально агрегированные две L-образные секции;
в — принцип агрегатирования унифицированных ПС;
г — вариант построения «резина к резине»; *д, е* — ярусное построение ПС для двусторонней печати; *ж, з* — варианты планетарного построения;
и — Y-образное построение

Для многокрасочных печатных машин односторонней или двусторонней печати принят принцип секционного размещения в ряд унифицированных однокрасочных печатных секций. Применяется также принцип планетарного построения, когда вокруг печатного цилиндра размещается несколько формных и офсетных цилиндров по аналогии расположения планет вокруг солнца.

Секционное построение позволяет агрегатировать различное количество однокрасочных секций, что и определяет красочность машины. Габаритные размеры печатной секции, ее компоновка, оснащение вспомогательными устройствами характеризуют форматный ряд машины и ее возможности. Наличие дополнительных устройств (опция) зависит от степени автоматизации будущей печатной машины, от требований покупателя, поскольку эти устройства существенно облегчают ее обслуживание, увеличивая, однако, ее стоимость.

Принцип секционного построения многокрасочных машин требует максимальной унификации печатных секций для того, чтобы облегчить их монтаж, обслуживание и эксплуатацию. Двухкрасочные машины могут быть построены по принципу агрегатирования зеркально расположенных *L*-образных секций (на «5 часов» и на «7 часов»), в которой печатные цилиндры соединены между собой одним передаточным цилиндром *1*, что позволяет создать компактную машину с достаточно удобным обслуживанием (рис. 2.4, *a*). Многокрасочные машины могут быть построены по принципу агрегатирования в ряд традиционных типовых печатных секций с расположением цилиндров на «5 часов» или на «7 часов», или путем комбинаций этих секций. В зависимости от конструктивного исполнения печатные цилиндры могут иметь двойной диаметр по отношению к диаметрам формных и офсетных цилиндров, и снабжены двумя системами захватов. Передача листов из одной секции в другую осуществляется одним или тремя листопередающими цилиндрами.

Тот же принцип агрегатирования использован при построении печатных машин двусторонней печати, когда между печатными секциями организован перехват запечатанного с одной стороны листа за хвостовую кромку, после чего запечатывается его обратная сторона. При подобной схеме проводки листа в 12-секционной печатной машине может быть получен лист, запечатанный с двух сторон в 6 красок на каждой стороне (6+6). В этом случае к комплекту триады печатных красок добавляются дополнительно две смесевые краски для расширения цветового охвата красочного изображения (рис. 2.4, *в*).

На рис. 2.4, *г* показан вариант построения четырехцилиндрового печатного аппарата, когда лист проводится захватами, расположенными в выемках верхнего или нижнего офсетного цилиндра, в результате чего лист запечатывается одновременно с двух сторон в одну краску. Расположение захватов в офсетном цилиндре влияет на схему подачи и вывода листа, сохраняя при этом принцип печатания «резина по резине», что обеспечивает получение двустороннего листового оттиска.

Некоторые японские фирмы производят двухъярусные печатные машины двусторонней печати, в которых печатные и передаточные

цилиндры размещены по горизонтали, а относительно них по вертикали, сверху и снизу, располагаются формные и офсетные цилиндры. В машине фирмы Komori (рис. 2.4, д) лист проводится из секции в секцию за переднюю кромку захватами печатных цилиндров двойного диаметра, которые одновременно играют роль и листопередающих цилиндров. В машине, построенной по рис. 2.4, е, между печатными цилиндрами одинарного диаметра размещены такого же диаметра два передаточных цилиндра), обеспечивающих проводку листа между печатными секциями. Многокрасочные машины двухъярусного построения агрегатируются из отдельных двухъярусных печатных секций при их расположении в ряд, в результате чего запечатывание лицевой и оборотной стороны листа производится попеременно за один прогон без применения листопереворачивающих цилиндров.

В машинах планетарного построения используется центральный печатный цилиндр с механизмами захватов, который в два или четыре раза больше остальных цилиндров. Это позволяет скомпоновать вокруг него печатные секции с учетом удобства их настройки и обслуживания (рис. 2.4, ж, з). К достоинствам использования в печатной машине планетарного печатного аппарата, в сравнении с секционным построением, следует отнести компактность построения и высокую точность совмещения (приводку) красок, благодаря тому, что многокрасочный оттиск формируется при последовательной проводке листа в одной системе захватов через все печатные зоны.

На рис. 2.4, и показан вариант построения печатного аппарата, аналогичного планетарному аппарату. Только в этом случае вокруг офсетного цилиндра располагаются два формных со своими увлажняющими и красочными аппаратами. Все цилиндры имеют одинаковый диаметр. Конфигурация их расположения напоминает букву Y — оси офсетного и печатного цилиндров находится на вертикали, а оси формных цилиндров расположены под углом примерно 45° к ней. Эта секция предназначена для получения двухкрасочного оттиска способом впечатывания второй краски на свободное место, без наложения красок друг на друга. Подобную печатную секцию можно использовать в режиме однокрасочной печати, когда работает только один печатный аппарат.

2.4 Основные принципы построения рулонных печатных машин

Построение рулонных ПМ в первую очередь зависит от того, для выпуска какой продукции машины предназначены, в том числе по формату, страничности, красочности, видам бумаги, требовани-

ям к качеству продукции, тиражам. Оно также зависит от реализуемого в них способа печати. Определенную роль играют условия размещения машин, включая размеры помещения и этаж, на котором ПМ должна быть установлена.

2.4.1. Типовые принципиальные схемы печатных секций и модулей

Существует много вариантов построения печатных секций и модулей различных способов печати. Поиск новых вариантов их построения продолжается.

Печатные секции и модули офсетной печати. ПС является основным узлом рулонной печатной машины. В РПМ печатная секция может являться составной частью более крупной конструктивной единицы — печатного модуля, включающего несколько печатных секций. Появление печатного модуля обусловлено в основном появлением ПС, устанавливаемых друг на друга, и особенностями изготовления крупных монолитных (не составных) стенок остова для нескольких печатных секций (аппаратов).

Классификация печатных секций и модулей рулонных офсетных машин, осуществляется по ряду важных признаков.

По диаметру цилиндров различают ПС с печатными аппаратами, имеющими цилиндры одинарного или двойного диаметра. Под цилиндрами одинарного или двойного диаметра понимаются цилиндры, длина окружности которых соответствует одной или двум длинам отрубаемых от ленты листов.

По длине цилиндров различают ПС (машины) одинарной, двойной или тройной ширины. Длину и диаметр цилиндров печатных секций часто обозначают двумя числами через дробь, например 2/1 или 4/2. Первое число обозначает количество полос/страниц максимального для этой машины формата, располагаемых на формном цилиндре вдоль образующей этого цилиндра, а второе число означает количество полос/страниц, располагаемых вдоль окружности формного цилиндра. Например, при формате печатной машины 1680 × 1156 мм, где 1680 мм — максимальная ширина рулона, 1156 мм — длина окружности формного цилиндра, по образующей цилиндра располагается 4 полосы/страницы шириной по 420 мм, а вдоль окружности цилиндра располагается две полосы/страницы высотой по 578 мм. Обозначение такой секции — 4/2. Количество печатных форм при этом может не соответствовать количеству страниц. На одной форме может располагаться одна или несколько полос/страниц.

По ориентации полос/страниц вдоль образующей формного цилиндра различают ПС, в которых вдоль оси формного цилиндра страницы располагаются своей короткой стороной (шириной), а вдоль окружности — своей длинной стороной (высотой), и сек-

ции, в которых вдоль оси цилиндра страницы располагаются своей длинной стороной (высотой), а по окружности цилиндра — своей короткой стороной (шириной). Это так называемые вертикальный и горизонтальный спуски полос/страниц соответственно. Поэтому при одном и том же формате продукции, машина может быть, например, формата 60 × 90 см или 90 × 60 см, где первое число — ширина рулона. От спуска полос/страниц зависят варианты фальцовки тетрадей.

По количеству запечатываемых сторон ленты различают ПС односторонней и двусторонней печати.

По количеству цилиндров (формных, офсетных, печатных) различают ПС, в которых печатные аппараты имеют три, четыре, пять или большее количество цилиндров.

По расположению цилиндров друг относительно друга различают ПС с вертикальным, горизонтальным, наклонным или арочным печатным аппаратом.

По наличию или отсутствию подвижных частей разделяют стационарные ПС и секции с подвижными частями, в качестве которых выступают красочные и увлажняющие аппараты или печатные аппараты.

По характеру перехода с печати одной продукции на другую (при смене тиражного задания) различают печатные секции с остановкой их работы и секции без остановки работы.

По количеству печатных секций, входящих в модуль, различают двухсекционные, трехсекционные и четырехсекционные модули.

Кроме того, печатные аппараты ПС многих машин имеют все цилиндры одинакового диаметра — одинарного или двойного. ПА с цилиндрами двойного диаметра чаще используются в машинах для выпуска тетрадей (или газет) большой страничности. В этом случае требуется меньшее количество печатных секций и рулонных зарядок. Существуют ПА, у которых ОЦ имеют диаметр, вдвое больший, чем ФЦ. Обычно это делается для облегчения обслуживания ПА. В ранее выпускавшихся печатно-отделочных линиях диаметры цилиндров составляли приблизительно 1000 мм.

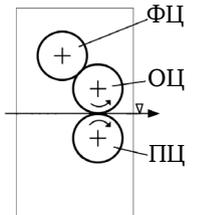
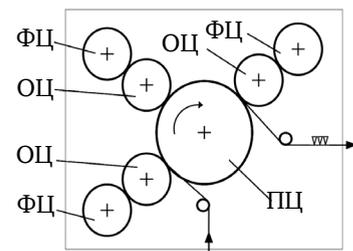
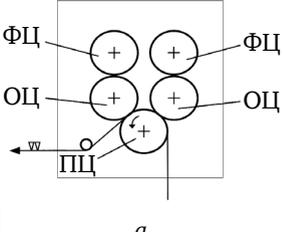
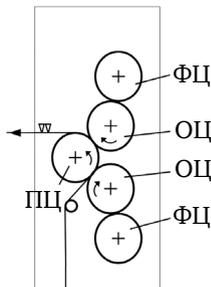
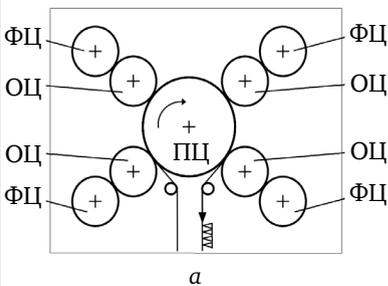
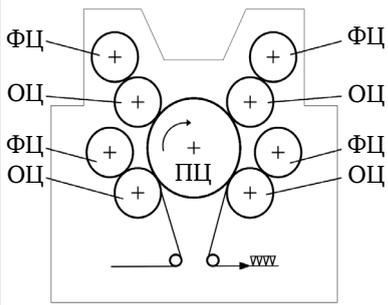
Наиболее распространенные схемы ПС и модулей рулонных машин, отличающиеся между собой количеством запечатываемых сторон ленты, а также количеством и расположением цилиндров, представлены в табл. 2.1—2.3 [22, 45, 46, 47]. ПА этих секций и модулей изображены в упрощенном виде, без красочных и увлажняющих аппаратов. В таблицах, кроме того, приводится количество цилиндров, входящих в состав печатных аппаратов/секций и указывается количество красок, изображения которыми могут быть отпечатаны в аппарате/секции. Количество красочных изображений, наносимых на ленту, обозначают двумя числами, например, 1+0 или 4+2. Первое число обозначает количество красочных изо-

бражений (красок), наносимых на лицевую сторону ленты, а второе число — количество красочных изображений (красок), наносимых на обратную сторону ленты.

ПС и модули односторонней печати позволяют наносить за один прогон от одного до нескольких красочных изображений (красок) на одну сторону ленты (см. табл. 2.1). Печать осуществляется в зоне контакта офсетного и печатного цилиндров.

Таблица 2.1

Схемы печатных секций односторонней печати

№ схемы	Схема печатной секции	№ схе- мы	Схема печатной секции
1.1	 <p>Красочность: 1+0 1ФЦ + 1ОЦ + 1ПЦ = 3</p>	1.3	 <p>Красочность: 3+0 3ФЦ + 3ОЦ + 1ПЦ = 7</p>
1.2	 <p>а</p>  <p>б</p> <p>Красочность: 2+0 2ФЦ + 2ОЦ + 1ПЦ = 5</p>	1.4	 <p>а</p>  <p>б</p> <p>Красочность: 4+0 4ФЦ + 4ОЦ + 1ПЦ = 9</p>

Отличительной особенностью ПА односторонней печати является наличие в них печатного цилиндра, который при многокрасочной печати часто отсутствует.

ПМ с несколькими ПС, построенными по сх. 1.1 (см. табл. 2.1), при выпуске издательской продукции в настоящее время применяются редко из-за недостаточно высокой точности совмещения красочных изображений. В некоторых газетных ПМ предыдущего поколения секция с трехцилиндровым аппаратом нередко устанавливалась над печатной секцией красочностью 1+1 для получения общей красочности 2+1. В то же время трехцилиндровые печатные секции успешно применяются в узкоролонных машинах при выпуске односторонней этикеточной, упаковочной или рекламной продукции.

ПА односторонней печати красочностью 2+0, 3+0 и 4+0 относятся к аппаратам планетарного построения. Классический планетарный ПА красочностью 4+0 имеет так называемую X-образную компоновку (сх. 1.4, а), ввод-вывод ленты в который осуществляется обычно сверху или снизу. Существует планетарный ПА, по своему построению напоминающий букву W (сх. 1.4, б). В нем все ФЦ размещены выше ОЦ, в результате чего ввод-вывод ленты осуществляется только в нижней ее части. При W-образной компоновке высота ПС несколько меньше, чем при X-образной компоновке.

Над планетарной ПС красочностью 4+0 иногда устанавливают секцию с 3-цилиндровым аппаратом, чтобы получить общую красочность 4+1 (табл. 2.3, сх. 3.2). После запечатывания ленты в нижней секции в 4 краски на одной стороне, лента проводится через верхнюю секцию 0+1, что и позволяет получать красочность 4+1. Такую же красочность (4+1) можно получить, если ленту сначала пропустить через секцию красочностью 3+0, затем через выше установленную секцию 1+1 (табл. 2.3, сх. 3.1).

К ПА двусторонней печати относятся аппараты, позволяющие наносить красочные изображения на обе стороны ленты (табл. 2.2). В аппаратах двусторонней печати печатный цилиндр отсутствует. Его функции выполняет ОЦ, являющийся опорой для запечатываемого материала (вариант построения «резина по резине»).

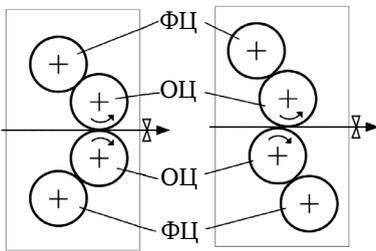
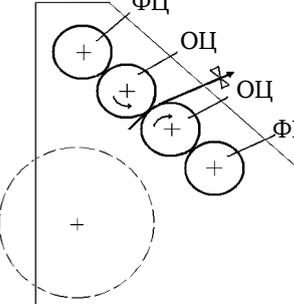
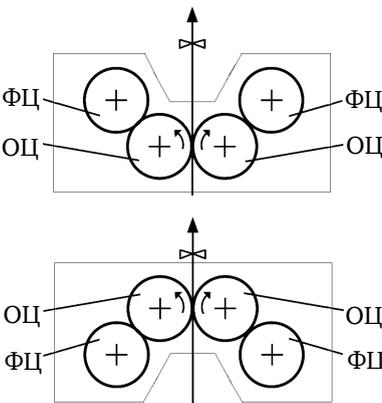
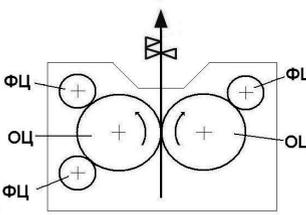
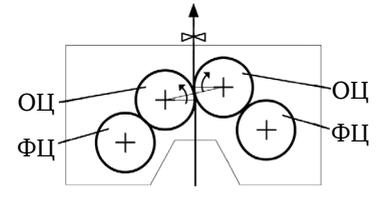
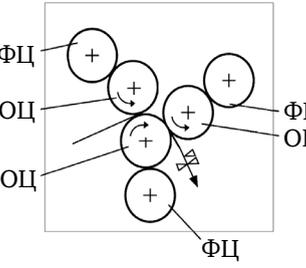
ПС двусторонней печати различаются аппаратами с I-образным построением (4-цилиндровым, с расположением цилиндров примерно по вертикали — сх. 2.1), с Y-образным построением (6-цилиндровым, сх. 2.6, а) и с λ-образным построением (6-цилиндровым, сх. 2.6, б), являющимся противоположностью Y-образного аппарата. ПА двусторонней печати с количеством цилиндров, большим шести, в офсетных машинах практически не используются.

В ПС с четырехцилиндровым печатным аппаратом красочностью 1+1 возможна печать продукции с красочностью 2+0 с использованием технологии «Ди-Лито» (Di-Litho) — прямой печати с офсетной формы на запечатываемый материал. Примеры проводки ленты че-

рез печатный модуль из трех ПС для печати по способу «Ди-Лито» показаны на рис. 2.5.

Таблица 2.2

Схемы печатных секций двусторонней печати

№ схе- мы	Схема печатной секции, модуля	№ схе- мы	Схема печатной секции, модуля
2.1	 <p data-bbox="317 680 529 743">Красочность: 1+1 2ФЦ + 2ОЦ = 4</p>	2.4	 <p data-bbox="752 725 958 788">Красочность: 1+1 2ФЦ + 2ОЦ = 4</p>
2.2	 <p data-bbox="317 1236 529 1299">Красочность: 1+1 2ФЦ + 2ОЦ = 4</p>	2.5	 <p data-bbox="752 1057 958 1120">Красочность: 2+1 3ФЦ + 2ОЦ = 5</p>
2.3	 <p data-bbox="317 1532 529 1594">Красочность: 1+1 2ФЦ + 2ОЦ = 4</p>	2.6	 <p data-bbox="846 1585 864 1612">а</p>