


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт
Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»

Утверждено на заседании кафедры
«Промышленная автоматика
и робототехника»
«17» января 2023 г., протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой

 О.А. Ерзин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Технология цифровой печати»
основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
**29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производ-
ства**

с направленностью (профилем)
Технология полиграфического производства

Формы обучения: заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 290303-01-23

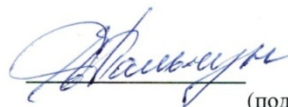
Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Пальчун Е.Н., доцент, канд. техн. наук.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Содержание

1. Печать на ризографе	4
2. Изучение технологических возможностей черно-белого электрофотографического многофункционального устройства	11
3. Сравнительное исследование качества черно-белой печати на цифровых печатных машинах с различными электрофотографическими технологиями	17
4. Изучение качества полноцветной электрофотографической печати на печатающих устройствах различных классов	24
5. Влияние свойств тонера на качество полноцветной электрофотографической печати	30
6. Различные технологии многокрасочной печати цифровых печатных машин	35
7. Печать на полноцветной цифровой печатной машине средней производительности HP Indigo press 1050	43
8. Струйная печать фотографического качества на широкоформатных принтерах	48
9. Печать продукции для наружного использования	55

Практическое занятие № 1 ПЕЧАТЬ НА РИЗОГРАФЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ЗАНЯТИЯ

Цель занятия: 1. Ознакомление с устройством и принципом работы ризографов на примере двухцветного ризографа *RISO MZ 970*.

2. Изучение функциональных возможностей ризографа при воспроизведении текстовых, штриховых и тоновых изображений при различных режимах копирования, а также при печати цифрового оригинала.

Задачи занятия:

1. Изучение двухцветной печати.
2. Изучение качества печати при различных режимах работы ризографа.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В ризографе (так называют цифровые дупликаторы фирмы *RISO Kagaku Corporation*, которую в дальнейшем будем именовать просто «*RISO*») используется цифровая трафаретная печать. Ризограф представляет собой печатную систему *Computer to Press*.

Для записи изображения на печатной форме используют либо цифровой оригинал, который создается на компьютере и передается в ризограф через интерфейс, либо оригинал на твёрдом носителе (бумаге), который сканируется ризографом и переводится в цифровую форму.

В первом варианте (печать) подготовка и корректировка изображения производится на компьютере. Во втором варианте (копирование) обработка изображения происходит в микропроцессоре ризографа, оператор может вмешаться в процесс, задавая наилучшие с его точки зрения режимы с панели ризографа.

В простейшем варианте копирование проводится в автоматическом режиме. После записи печатной формы печатают тираж одного листа, далее форма автоматически удаляется, и процесс повторяется для второго и последующих листов. Печать переменных данных в ризографе невозможна.

Однако низкая стоимость печатной формы делает целесообразной печать на ризографе тиражей от нескольких десятков до нескольких тысяч экземпляров, поэтому ризографы используются в оперативной полиграфии, где они конкурируют с однокрасочными электрофотографическими цифровыми многофункциональными устройствами и цифровыми печатными машинами.

Принцип работы ризографа

Процесс печати на ризографе можно разбить на две стадии: изготовление печатной формы непосредственно в машине и трафаретная печать с использованием этой формы. Принципиальная схема аппарата представлена на рисунке 1.

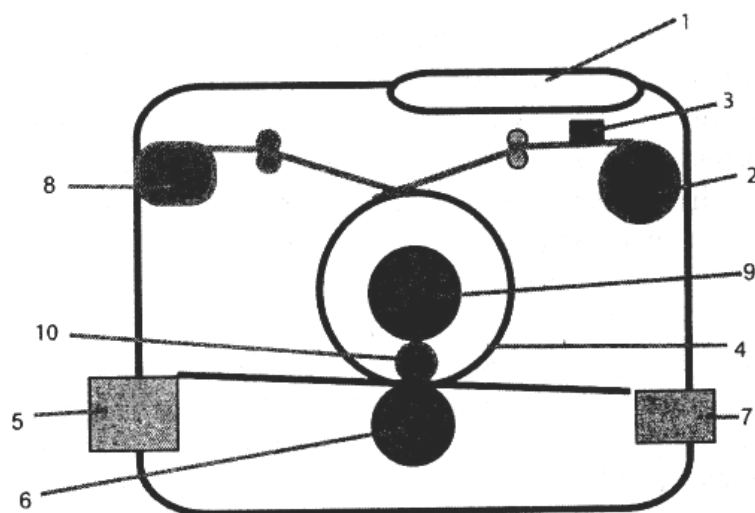


Рисунок 1 – Схема ризографа: 1 – сканер; 2 – рулон формного материала (мастер-плёки); 3 – термоголовка; 4 – формный цилиндр, в котором находится туба с краской и красочный валик (цилиндрический ракель); 5 – лоток для бумаги; 6 – прижимной валик; 7 – приемный лоток; 8 – бокс для отработанных форм; 9 – туба с краской; 10 – красочный валик

Ризограф может работать либо как копировальный аппарат, так как содержит сканер, считывающий оригинал и переводящий его в цифровую форму, либо как принтер. Для этого ризограф снабжается интерфейсом, позволяющим вводить изображение в цифровом виде из компьютера.

Полученная в сканере цифровая информация обрабатывается процессором, затем передается в устройство управления термоголовкой. При использовании интерфейса изображение обрабатывается на компьютере.

Для изготовления печатной формы используется специальный материал – мастер-пленка, состоящая из волокнистой основы, адгезионного слоя и полимерной пленки. Основа проницаема для краски и в процессе печати пропитывается ею. Изображение создается в полимерной пленке путем прожигания изолированных друг от друга отверстий. Каждое из них соответствует растровой точке печатаемого изображения. Пористая основа остается целой.

Отверстия прожигаются с помощью термоголовки, содержащей множество микротермоэлементов. Каждый термоэлемент управляется отдельно: если на него подается электрический импульс, он нагревается и прожигает отверстие. Частота расположения термоэлементов определяет разрешение записи изображения. В зависимости от модели ризографа оно может составлять от 300 до 600 dpi (точек на дюйм). Изображение формируется из изолированных отверстий, поэтому даже текст на оттиске состоит из точек. Основа удерживает на себе пленочное изображение и обеспечивает равномерность подачи краски на печатный материал через полученную при записи трафаретную форму.

Для создания каждой печатной формы ризограф автоматически отма- тывает от рулона кусок мастер-пленки с рулона, он проходит под термого- ловкой, прожигающей отверстия. Передний край печатной формы закрепля- ется на формном цилиндре зажимной пластиной, и при повороте цилиндра

форма прилипает к его поверхности. Кусок мастер-пленки, содержащий печатную форму, отрезается от рулона. Форма оказывается прижатой к цилиндру своей основой, а оставшаяся на рулоне мастер-пленка готова к записи следующего изображения. Все эти операции производятся автоматически. Далее начинается печать. Основным элемент печатающего устройства – сетчатый формный цилиндр, схема которого показана на рисунке 2.

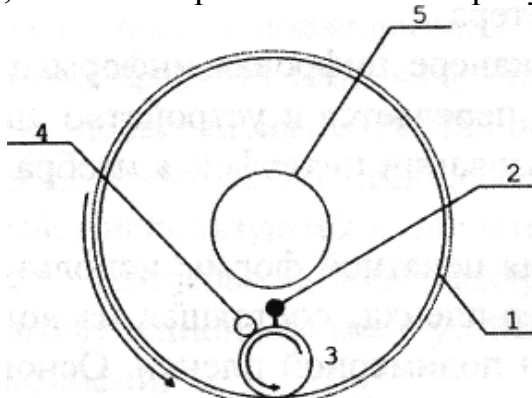


Рисунок 2 – Схема печатающего устройства ризографа: 1 – сетчатый формный цилиндр; 2 – распределитель краски (устройство подачи краски из трубы на красочный валик); 3 – красочный валик; 4 – раскатной валик; 5 – труба с краской; 6 – печатный материал (бумага); 7 – опорный (прижимной) валик

Внутри цилиндра помещается труба с краской, красочный валик, играющий роль цилиндрического ракеля, и устройство подачи краски из трубы на красочный валик (распределитель краски). Для равномерного распределения краски по поверхности красочного валика служит раскатной валик.

Печатный материал (бумага) прижимается к сетчатому формному цилиндру опорным (прижимным) валиком. При вращении формного цилиндра, на поверхности которого находится трафаретная печатная форма, красочный валик, который тоже вращается, продавливает краску сквозь сетчатую поверхность цилиндра на бумагу. Бумага проходит из подающего лотка между вращающимся формным цилиндром и прижимным валиком в приемный лоток. От цилиндра лист бумаги отделяется с помощью сепаратора.

Печатная краска для ризографии является эмульсией «вода в масле». Состав её сложен. Основными компонентами являются неполярный растворитель типа минерального масла, соевое масло, алкидная смола, вода, глицерин и пигмент, который находится в одной из фаз эмульсии. В качестве черного пигмента используется сажа. Другие неназванные компоненты краски обеспечивают высокую сохранность эмульсии, хорошую передачу краски при печати на бумагу, а также минимальное растекание краски на отпечатке и минимальное проникновение красящего вещества в толщу бумаги. На поверхности образуется полимерная красочная пленка. Печатная краска в печатном аппарате не высыхает, что облегчает эксплуатацию ризографов – не нужно смывать краску с цилиндра.

Высыхание отпечатка происходит потому, что при впитывании краски в печатный материал происходит разрушение эмульсии. Для печати пригодны обычные офисные бумаги плотностью от 46 до 210 г/м² и непригодны мелованные бумаги и другие материалы, не впитывающие краску.

Для получения отпечатков хорошего качества волокнистый слой формы должен полностью пропитаться краской. Если печать начинается сразу, то первый оттиск имеет дефекты: тонкие штрихи не пропечатываются. На втором (или третьем) оттисках такие дефекты печати уже отсутствуют.

Если оттиск удовлетворяет заданным требованиям, его выбирают в качестве контрольного и начинается печать тиража. С одной формы можно отпечатать без потери качества 4000-5000 оттисков.

После завершения печати тиража форма остается на цилиндре. Перед печатью следующего тиража форма автоматически снимается с поверхности цилиндра и удаляется приемный бокс. Эта операция идёт практически одновременно с началом сканирования оригинала. Когда бокс наполняется, на панели управления появляется соответствующий сигнал, и пользователь должен очистить бокс и выбросить отработанные формы.

Печать дополнительными красками

Ризограф предназначен в основном для однокрасочной печати, однако можно использовать дополнительные краски. Цветная печать осуществляется в несколько прогонов. Так как весь печатный механизм содержится внутри цилиндра, для перехода к следующей краске достаточно заменить цилиндр с черной краской на цилиндр с краской другого цвета, на что не требуется много времени.

Существуют ризографы с двумя печатными секциями, вторая из них предназначена для дополнительного цвета. В их число входят аппараты *MZ 970* и более поздняя модель *MZ1070*.

Необходимые для оператора сведения выводятся на панель управления машины. Кроме того, на панель выводятся сообщения о том, на какой стадии находится работа над заказом.

Режимы копирования и редактирование изображений на ризографе MZ 970

В аппарате предусмотрено:

- использование автоматического режима печати, когда процессор аппарата сам выбирает оптимальный режим копирования. За это отвечает система *RISO IQ Sistem*;
- выбор режимов оператором.

Существуют четыре режима копирования (обработки изображения в процессоре): «текст» / «фото» / «комбинированный» / «карандашный».

1. *Режим «текст» (line mode)* предназначен для текстовых оригиналов, не содержащих тоновых изображений. В нём изображение передается с наибольшим контрастом.

2. Режим «фото» (*photo mode*) предназначен для печати тоновых изображений – фотографических и печатных. Имеются три варианта этого режима:

- *стандартный режим*, обеспечивающий наилучшее воспроизведение большинства фотографических изображений;
- *режим «портрет»* (*portrait mode*), обеспечивающий наилучшее градиционное воспроизведение светлых тонов, таких как тона кожи, и обеспечивающий оптимальное качество копий портретов;
- *режим «групповая фотография»*, в этом режиме используется специальный алгоритм, с помощью которого четко прорисовываются лица на групповом портрете.

3. Режим «комбинированный», предназначенный для оригиналов, содержащих одновременно текст и тоновые изображения («фото»).

4. Режим «карандаш» (*pencil mode*). Этот режим улучшает сканирование и печать рисунков малой плотности, например карандашных, и позволяет получать с них хорошие копии.

Проверить правильность выбора режима копирования можно, включив режим предварительного просмотра изображения.

С помощью *Редактора RISO* можно выделять участки оригинала, печатаемые вторым цветом. Можно отметить отдельные блоки текста, фотографии, иллюстрации и разместить их наилучшим образом. Можно вставить изображение в рамку, стереть часть изображения.

Если нужно печатать на фирменном бланке, изображение бланка вызывается из памяти. Изображение бланка будет автоматически передано на блок изготовления мастер-формы, во время сканирования документа и будет *наложено на документ*.

Элементы изображений, часто используемые в документах, например, штампы, печати, подписи могут быть напечатаны на документах вторым цветом. Эта функция называется «штамп».

Для реализации функций «Память для документов», «Наложение изображений» и «Штамп» требуется дополнительная плата *DM-128CF*.

Для перехода на режим печати нажимается кнопка «Р». В этом случае изображение подготавливается на компьютере, снабженном соответствующим драйвером. Компьютер связан с аппаратом через встроенную в аппарат интерфейсную плату (контроллер). Для ризографа *MZ 970* используется интерфейс (контроллер) *PS7R-5000*. Он обеспечивает оптимальную передачу полутонов, мелких деталей и сложных изображений.

Двухцветная печать

Печать вторым цветом обеспечивается разными путями:

- оригинал уже имеет участки двух цветов, например, черного (основной цвет) и красного. Сканер считывает такой оригинал и автоматически проводит разделение цветов. После чего будет изготовлено две мастер-формы: одна для черной краски, другая – для красной краски;

- изображение для второй краски наносится вручную, например карандашом;
- участок, который должен печататься второй краской обводится карандашом или ручкой. При сканировании автоматически будет проведено разделение изображения на два цвета;
- если нельзя вносить изменения в копируемый оригинал, можно обвести на втором листе бумаги выделяемый участок кружком и отсканировать этот лист вслед за оригиналом. Аппарат произведет цветоделение;
- можно создать двухцветный оригинал на компьютере. В этом случае разделение цветов произведет драйвер.

Печатные характеристики цифрового дубликатора RISO MZ 970

<i>Печатать</i>	двухцветная
<i>Скорость печати</i>	60–150 оттисков в минуту
<i>Разрешение печати</i>	600 dpi × 600 dpi
<i>Тип сканера</i>	планшетный
<i>Разрешение при сканировании</i>	600 dpi × 600 dpi
<i>Максимальный формат печати (мм)</i>	291×413
<i>Размер оригинала (мм)</i>	50×90 до 297×420
<i>Плотность бумаги для печати (г/м²)</i>	46–210
<i>Время изготовления мастер-формы (А4 формат, портрет):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • 57 сек – для двухцветной печати • 24 сек – печать одним цветом (цилиндр 1) • 34 сек – печать одним цветом (цилиндр 2) 	
<i>Масштабирование</i>	от 50 % до 200 % с шагом в 1 %

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Осуществить печать текстовой полосы.
2. Визуально оценить качество воспроизведения тоновых и штриховых изображений по воспроизведению тонов, мелких деталей и тонких штриховых элементов.

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Цифровой дубликатор (ризограф) RISO MZ 970 издательства ТулГУ.
2. Текстовый оригинал, содержащий серую шкалу, текст с кеглем 4–10 пунктов, серую и чёрную плашки, штриховое и тоновое изображения (комплект издательства ТулГУ).
3. Денситометр Gretag MacbethTM D19C издательства ТулГУ.
4. Измерительная лупа с 10-кратным увеличением.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Теоретическое описание работы и описание визуального изучения качества полученных тоновых и штриховых изображений по воспроизведению тонов, мелких деталей и тонких штриховых элементов.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой вид печати используется в ризографе?
2. Какие типы оригиналов используются в ризографии?
3. Каким образом создаётся печатная форма?
4. Какое разрешение обеспечивает ризограф?
5. Какой тип запечатываемого материала используется в ризографии?
6. Какие режимы работы предусмотрены в ризографе?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Толивер-Нигро, Х. Технологии печати: учеб. пособие для вузов / Х. Толивер-Нигро; пер. с англ. Н. Романова. – М.: ПРИНТ-МЕДИА центр, 2006. – 232 с.: ил.
2. Джонсон, Johnson Н. Секреты цифровой печати: руководство по выводу высококачественной цифровой графики для фотографов и художников / Г. Джонсон; пер. с англ. и ред. Е.Л. Полонской. – М.;СПб., Киев: Вильямс, 2005. – 408с.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЧЕРНО-БЕЛОГО ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИЧЕСКОГО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ЗАНЯТИЯ

Цель занятия:

Ознакомление с технологическими возможностями черно-белого лазерного (электрофотографического) многофункционального устройства.

Задачи занятия:

Изучение особенностей воспроизведения текстовых и тоновых изображений при различных режимах копирования и в режиме печати.

2 ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Современные черно-белые электрофотографические печатающие устройства средней производительности (до 100–120 страниц А4/мин) представляют собой, как правило, МФУ (многофункциональное устройство), либо, имея модульное построение, они легко в такое устройство превращаются. МФУ могут работать в режиме печати и копирования, оборудование, предназначенное для использования в офисах, особенно малых, может быть использовано также в качестве факсимильного устройства.

МФУ имеют различную производительность и функциональность, с ростом которых увеличивается цена оборудования.

Построение МФУ схематично показано на рисунке 1.

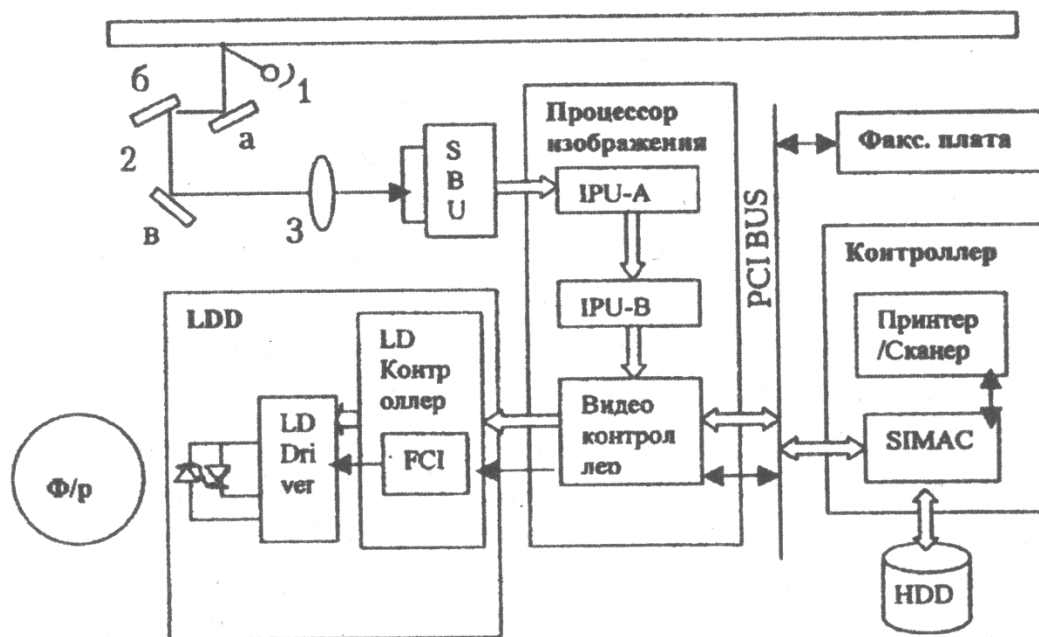


Рисунок 1 – Построение многофункционального устройства *Ricoh Aficio 2045*: 1 – лампа сканера, 2 – система зеркал а, б и в, SBU – блок записывающего устройства сканера, IPU – процессор изображения, LDD – блок лазерной записи, HDD – жёсткий диск

МФУ содержит черно-белый или цветной сканер, процессор изображения (микропроцессор), контроллер, факсимильную плату, блок лазерной записи изображения и печатающее устройство (на схеме показан фоторецептор). Для расширения возможностей копирования аппарат включает в свой состав автоподатчик оригинала, также являющийся цифровым устройством. Кроме того, аппарат может быть снабжен устройствами послепечатной обработки.

При работе в режиме копирования оригинал считывается сканером, оптическая система которого содержит трубчатую ксеноновую лампу, снабженную рефлектором, три зеркала и объектив. При сканировании оригинала лампа перемещается с помощью шагового двигателя. Свет от лампы падает на оригинал, отражается от него и попадает на первое из трех зеркал. Далее полоска отраженного света попадает последовательно на второе и третье зеркала и в объектив. Зеркала 2б и 2в движутся с вдвое меньшей скоростью, чем лампа и зеркало 2а, что позволяет проводить запись изображения с постоянным масштабом. Длина записываемого изображения регулируется скоростью перемещения лампы, а изменение ширины производится процессором изображения (*Image Processing Unit, IPU*).

Объектив проецирует падающий на него свет на записывающее устройство сканера – линейку прибора с зарядовой связью (ПЗС) со светочувствительными элементами, расположенными с плотностью 600 элементов в дюйме. Под действием упавшего света в линейке генерируются аналоговые электрические сигналы, которые обрабатываются в аналоговом процессоре и переводятся аналогово-цифровым преобразователем в 8-битные цифровые сигналы. Разрядность 8 бит позволяет передавать 256 тонов изображения. Таким образом, для каждого пикселя изображения, задается одна из 256 градаций тонов. Аналоговый процессор и аналогово-цифровой преобразователь входят в блок записывающего устройства сканера (*Sensor Board Unit, SBU*).

Из блока *SBU* 8-битные цифровые сигналы передаются в процессор изображения (*Image Processing Unit, IPU*), где производится обработка изображения. В *IPU-A* устанавливается масштаб сканирования, поддерживается постоянство уровня белого относительно черного по поверхности изображения, производится сглаживание линий и при необходимости определяются края изображения, его середина и участки тоновых переходов. Результаты определяют обработку каждого пикселя изображения. В *IPU-B* производятся операции обработки изображения, в том числе используются те или иные программные фильтры, выбирается бинарный режим обработки изображения или режим серой шкалы. Режим обработки изображения (набор операций) зависит от типа копируемого оригинала. Он устанавливается автоматически или выбирается пользователем на панели аппарата из нескольких возможных режимов.

В аппарате имеются следующие основные режимы копирования: текст, текст/фото, фото, пониженный контраст, генерация копии и автоматический. Далее устанавливается требуемый режим качества изображения: один из них

автоматический, а три даны на выбор пользователю и позволяют учитывать характер изображения.

Из процессора изображения цифровые сигналы поступают в блок управления лазерной записью. Вideoконтроллер (при работе МФУ в режиме копирования) в обработке изображения не участвует. Он используется в режимах принтера и факса, когда цифровые данные поступают из компьютера или факсимильного устройства в контроллер, а оттуда через видеоконтроллер – в блок управления лазерной записью. В видеоконтроллере производится сглаживание штриховых элементов изображения, улучшающее воспроизведение наклонных линий и шрифтов. Данные могут храниться на жестком диске (*Hard Disc Device, HDD*).

Режимы копирования

При копировании оригиналов не существует такой настройки, при которой одинаково хорошо воспроизводились бы изображения различных типов. Поэтому предусмотрено несколько режимов обработки изображения. При автоматической и ручной настройке выбирается один из возможных вариантов обработки изображения. Рассмотрим эти режимы.

В режиме *«текст»* наилучшим образом получаются текст и тонкие линии. Текстура подложки не воспроизводится. Качество тоновых изображений хуже, чем при использовании режимов *«фото»* и *«текст/фото»*. Для получения оптимального результата можно выбрать один из возможных режимов качества изображения: мягкий, нормальный, контрастный.

В режиме *«текст/фото»* хорошо воспроизводятся смешанные оригиналы, содержащие текстовое и тоновое изображения. Среди режимов качества изображения – приоритет фото, приоритет текста и нормальный режим.

В режиме *«фото»* наилучшим образом воспроизводятся тоновые изображения, особенно фотографии. Следует задать характер тонового оригинала: грубый отпечаток, печатное изображение или фотография.

В режиме *пониженного контраста* используется обработка аналогичная текстовому режиму, но с пониженным контрастом.

В режиме *генерации* наилучшим образом копируются плохие оригиналы, являющиеся копиями с копий.

В последних двух режимах можно выбрать настройку на нормальный режим, режим, где приоритет отдается тексту или на режим с приоритетом фото.

Обработка изображения в процессоре

Обработка изображения производится либо в бинарном режиме, либо в режиме серой шкалы (2-битном). В бинарном режиме 8-битное цифровое изображение преобразуется процессором в однобитное. В этом случае каждый пиксель (микроучасток изображения) получается на копии либо черным, либо белым. В режиме серой шкалы 8-битное изображение преобразуется в

2-битное. В этом случае для каждого пикселя изображения предусмотрено: $2^2 = 4$ уровня оптической плотности.

Рассмотрим, как используемая разрядность сказывается на качестве нового изображения.

Выберем линиатуру растра $L = 60$ лин/см (150 lpi). При разрешении аппарата 600 dpi в одном дюйме разместится 600 растровых ячеек, а в каждой строке растровой ячейки будет 4 микроячейки ($600/150+4$).

Количество градаций тонов, которые могут быть воспроизведены при этом, равно $4 \times 4 + 1 = 17$, а не 256, как предусмотрено международными нормами для печати высокого качества. Передача 256 градаций на отпечатке в этом случае может быть обеспечена только 16 вариантами количества краски в каждой растровой ячейке (4-битный режим). Это может быть достигнуто за счёт управления размером точек, и реализуется модуляцией интенсивности и ширины лазерного импульса.

При широтно-импульсной модуляции лазерный диод включается на различные промежутки времени и записывает растровые элементы различной ширины. Соответствующие команды вырабатываются в плате управления лазерным диодом, в зависимости от уровня плотности изображения (от 0 до 255), рассчитанного для данного пикселя. В данном аппарате используется 2-битный режим. Выбор режима производится аппаратом: для каждого типа оригинала аппарат выбирает таблицу, соответствующую установленному режиму обработки изображения.

Получение наилучшего качества изображения в выбранном режиме обработки осуществляется с помощью программных фильтров. В машине используются *MTF*-фильтр, сглаживающий фильтр, характеристический фильтр и стирание отдельно стоящих точек. В зависимости от типа и характера оригинала аппарат использует либо сочетание *MTF*-фильтра и сглаживающего фильтра, либо характеристический фильтр. При использовании последнего характер фильтрации для каждого пикселя выбирается в зависимости от типа изображения, которому принадлежит пиксель.

Примеры черно-белых лазерных многофункциональных устройств

В настоящее время на рынке имеется множество многофункциональных устройств, различающихся по особенностям технологического процесса, производительности, функциональным возможностям и стоимости.

В таблице 1 приведены основные характеристики двух МФУ фирмы *Ricoh Aficio 2045* и *Aficio MP 8001SP (Xerox 4590 EPS)* (рисунок 2). Первый (описанный в данной работе и являющийся более ранней моделью) имеет скорость печати 45 страниц А4 в минуту и предназначен для использования в качестве принтера, копира и факса в крупных офисах.

У второго МФУ со скоростью печати 80 страниц А4 в минуту функция сетевого факса опциональна, он является, в основном, принтером/ копиром. По выбору он оснащается разнообразными устройствами послепечатной обработки, в том числе брошюровщиками и фальцовщиками. Оба МФУ имеют формат А3. Оба МФУ имеют функцию двухсторонней печати.



Рисунок 2 – Многофункциональные устройства *Ricoh Aficio 2045* (а) и *Aficio MP 8001SP (Xerox 4590 EPS)* (б)

Таблица 1 – Характеристики многофункциональных устройств

	<i>Ricoh Aficio 2045</i>	<i>Ricoh Aficio MP 8001SP</i>
Время прогрева, сек.	20	Менее 60
Масштабирование, %	25–400 с шагом 1 %	25–400 с шагом 1 %
Выход первой страницы, сек.	3,6	Менее 3,5
Скорость печати/копирования, стр. А4 /мин	45/45	80/80
Рекомендуемая максимальная месячная загрузка, копий	200 000	150 000
Сканер / принтер / факс	Есть / есть / есть	Сетевой цветной / есть / опция
Максимальное разрешение печати, dpi	600×600	600×2400
Максимальный запас бумаги	1050	8300
Плотность бумаги, г/м2	52–163	52–128

	<i>Ricoh Aficio 2045</i>	<i>Ricoh Aficio MP 8001SP</i>
Ресурс фоторецептора, стр. А4	150 000	1 200 000
Память	64 Мб + HDD	1536 Мб + HDD 160 Гб

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Напечатать текст, подготовленный в цифровом виде.
2. Определить качество текста на копии.
3. Оценить равномерность сплошных участков изображения
4. Провести визуальную оценку качества изображений.

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Многофункциональный чёрно-белый электрофотографический аппарат (*Xerox 4590 EPS* издательства ТулГУ).
2. Текстовая полоса в бумажном виде и в цифровом виде.
3. Денситометр *Gretag MacbethTM D19C* издательства ТулГУ.
4. Измерительная лупа с 10-кратным увеличением.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Теоретическое описание работы и описание визуального изучения качества полученных изображений по равномерности сплошных участков, по оптической плотности по краям и середине изображений.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких режимах могут работать многофункциональные устройства?
2. Где могут использоваться МФУ?
3. Что контролирует скорость перемещения лампы?
4. От чего зависит режим обработки изображения?
5. Какие режимы имеются в аппарате?
6. В каком режиме наилучшим образом получаются текст и тонкие линии?
7. Какой режим лучше выбрать, если оригинал содержит и текст и тоновое изображение?
8. Какой режим более всего подходит для тоновых изображений и фотографий?
9. Какие показатели имеют рассматриваемые модели устройств по скорости работы и разрешению?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стефанов, С. Технология цифровой печати / С. Стефанов; под ред. М.Бредиса. – М.: Репроцентр М, 2005. – 48с.: ил.
2. Харин, О. Электрофотография для цифровой печати / О. Харин, Э. Сувейздис. – М.: МГУП, 1999. – 438с.: ил.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЧЕРНО-БЕЛОЙ ПЕЧАТИ НА ЦИФРОВЫХ ПЕЧАТНЫХ МАШИНАХ С РАЗЛИЧНЫМИ ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИЧЕСКИМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ:

Цель работы:

Изучить качество печати на однокрасочных цифровых печатных машинах, использующих классическую электрофотографическую технологию и электрофотографическую технологию *Copy Press*.

Задачи работы:

Сравнить электрофотографические машины по качеству печати с ризографом.

2 ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Однокрасочные электрофотографические цифровые печатные машины можно разделить на листовые и рулонные. Листовые машины имеют меньшую скорость, но более высокое качество печати. Рулонное оборудование имеет большую скорость, но разрешение печати обычно ограничивается 600×600 dpi.

Современные листовые цифровые машины позволяют производить двухстороннюю печать. Если машина имеет одно печатающее устройство, то её бумагопроводящая система позволяет возвращать лист для печати на обороте после закрепления изображения на лицевой стороне.

На рисунке 1 можно видеть пример такой системы. Переворот листа совершается в позиции 9, после чего односторонний отпечаток поступает на печать оборота.

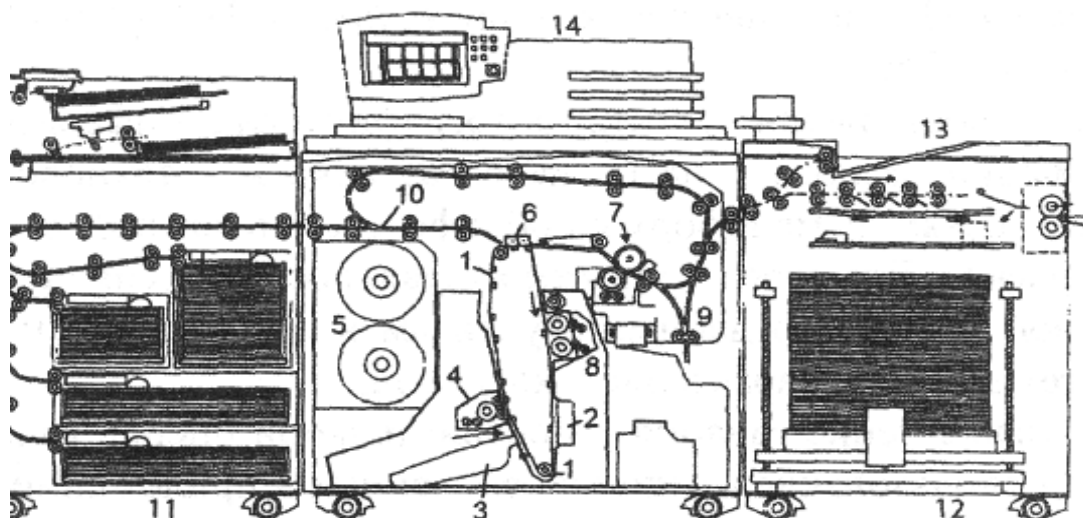


Рисунок 1 – Схема печатающего устройства машины *Nuvera*: 1 – фоторецептор; 2 – скоротрон; 3 – лазерное устройство записи изображения; 4 – проявляющее устройство; 5 – емкости с тонером; 6 – устройство переноса тонерного изображения; 7 – фьюзерное устройство; 8 – устройство очистки фоторецептора; 9 – устройство переворота листа; 10 – бумагопроводящая

система; 11 – лотки подачи бумаги; 12 – приемный стапель; 13 – приёмный лоток; 14 – сканер

Такие машины, как правило, снабжаются сканером, то есть предусматривают работу не только в режиме печати, но и в режиме копирования.

Для печати больших объемов продукции предназначены машины, производящие двухстороннюю печать за один проход листа. Они имеют два печатающих устройства.

Цифровая печатная машина *Xerox Nuvera 288 EA*

В корпусе машины установлено два печатающих устройства, показанных на рисунке 1. Между ними расположено устройство переворота листа. Машина предназначена для двухсторонней печати, режим копирования не предусмотрен.

В машине *Nuvera 288 EA* использован классический способ электрофотографии, предусматривающий проявление диэлектрическим тономером и перенос этого тонера на печатный материал электрическими полями. Как в большинстве скоростных однокрасочных листовых машин – фоторецептор ленточный и проявитель двухкомпонентный.

Машина, как и другие цифровые печатные машины, имеет контроллер печати, позволяющий не только организовывать процесс прохождения заказов, но и изменять параметры изображения. В линию с машиной может быть установлено разнообразное послепечатное оборудование.

Печатный процесс состоит из следующих стадий:

- поверхность вертикально расположенного ленточного фоторецептора заряжается отрицательно коротроном 2 (рисунок 1);
- запись скрытого электростатического изображения производится путем селективной разрядки поверхности лазерным устройством 3. Разрешение RIP 1200×1200 dpi, разрешение печати 4800×600 dpi;
- полученное изображение проявляется отрицательно заряженным тономером с использованием магнитной кисти из двухкомпонентного проявителя. Полимеризационный EA-томер подается в проявляющее устройство 4 из ёмкостей 5, которые имеют большой объём и могут перезаряжаться без остановки машины. Тонер осаждается на разряженные участки изображения;
- тонерное изображение переносится электрическим полем на печатный материал в позиции 6, где фоторецептор образует плоскую площадку. На выходе из зоны переноса происходит частичная разрядка бумаги коротроном отделения;
- остаточное изображение удаляется на станции очистки 8;
- закрепление тонерного изображения производится во фьюзерном устройстве 7, в котором и фьюзерный и прижимной валики нагреваются изнутри лампами. К фьюзерному валику примыкают два нагревательных валика. Управление нагревом валиков позволяет закреплять отпечатки на тонких и толстых бумагах с одинаковой скоростью, вследствие чего скорость печати

перестает зависеть от толщины бумаги. Полимеризационный тонер позволяет производить закрепление без использования фьюзерного масла;

- на выходе из фьюзерного устройства бумажный лист обезвожен, начиная набирать влагу, он может покоробиться. Поэтому сразу после печатной секции расположен модуль выпрямления листов. Выпрямление листа снимает проблемы при послепечатной обработке.



Общий вид машины *Nuvera 288 EA*

Основные характеристики машины:

- максимальный формат печати (320×470 мм);
- разрешение печати 4800×600 dpi;
- максимальная скорость печати 144 двухсторонних отпечатка А4 и 288 односторонних отпечатков в минуту;
- печать из любого лотка на бумаге, немелованной и мелованной, плотностью до 300 г/м²;
- модули подачи бумаги – 4 модуля ёмкостью 5800 листов (ёмкость рассчитана для плотности бумаги 80 г/м²);
- максимальная допустимая месячная загрузка 3 млн. страниц.

Цифровая печатная машина *Oce VarioPrint 6250*

В этой цифровой печатной машине используется электрофотографическая технология *Oce Copy Press*. Она имеет отличия от классической электрофотографии, так как использует проводящий магнитный тонер.

Ферромагнетик, содержащийся в ядре, позволяет тонеру намагничиваться в магнитном поле проявляющего валика и, попадая на валик, образовывать вокруг него магнитную кисть.

Так как щетинки магнитной кисти проводят ток, они вместе с заземленным проявляющим валиком образуют проявляющий электрод. Когда вращающийся фоторецептор переносит в зону проявления отрицательно заряженное скрытое изображение, в проявляющем электроде индуцируется («притягивается из земли») положительный заряд. При этом максимальный положительный заряд оказывается на частицах тонера, находящихся вблизи фоторецептора.

Эти частицы тонера отрываются от кисти и переносятся на отрицательно заряженные участки скрытого изображения. Происходит проявление

скрытого изображения. Тонер ложится на фоторецептор монослоем, что характерно для проводящих тонеров.

Потенциал пробельных участков скрытого изображения слишком мал для преодоления сил магнитного притяжения тонера к проявляющему валику, поэтому тонер на пробелы не осаждается. Технологический процесс начинается, как и в традиционной электрофотографии, с зарядки поверхности и записи изображения светодиодной линейкой, которая в технологии *Copy Press* разряжает пробельные участки изображения.

Полученное после проявления тонерное изображение переносится с ленточного фоторецептора на горячий ремень переноса. Ремень выполнен из двухслойного силиконового материала, причём свойства поверхности обеспечивают перенос с фоторецептора 95–100 % тонера. Ремень разогрет так, что температура тонера поднимается до 80–100 °С, тонерный порошок размягчается и плавится.

Предварительно разогретая до ~60 °С бумага проходит между нагретым ремнем переноса и нагретым прижимным ремнем. В зоне переноса ремни прижимаются к бумаге валиками с большим давлением. В результате расплавленный тонер вдавливается в бумагу и практически полностью остается на отпечатке. На выходе из зоны переноса отпечаток остывает и в дальнейшей обработке не нуждается. Такая технология называется *toner transfer fusing (TTF)*.

С поверхности фоторецептора удаляется остаточный тонер и скрытое изображение. Ремень переноса периодически очищается. Технология *Copy Press* не использует для переноса тонера электрическое поле, и в нем отсутствует фьюзерное устройство, поэтому возможна печать с одинаковой скоростью на материалах различных типов, и использование разных материалов в одном тираже.

В машине *Oce VarioPrint 6250 Ultra* используется технология одновременной печати с двух сторон. В этом способе нагретая бумага проходит между двумя горячими ремнями переноса, относящимися к двум печатным секциям (рисунок 2).

Зарядное устройство 1 заряжает фоторецептор до отрицательного потенциала ~ –150 В (позиция 1). Светодиодная линейка 2 разряжает пробельные участки изображения, разрешение записи 600×1200 dpi.

Тонер переносится с проявляющего валика на заряженные участки скрытого электростатического изображения, образуя тонерное изображение 3. С фоторецептора тонерное изображение переносится на нагретый ремень переноса *TTF* (II), а оттуда на бумагу (III). Бумага нагревается перед входом в зону переноса, тонер переносится под давлением между валиками 5.

Так работают цифровые печатные машины *VarioPrint* серии 6000, к которой относится машина *VarioPrint 6000 Plus*, имеющая производительность 250 – 320 страниц А4 в минуту (7500 листов А3 в час).

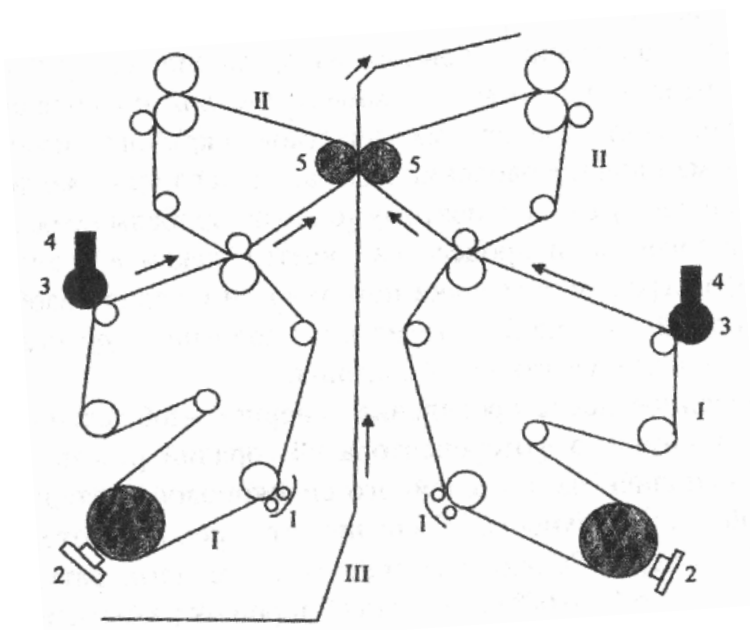


Рисунок 2 – Принципиальная схема устройства типа *Océ VarioPrint 6250*, использующего технологию *Instant Duplex*: I – ленточный фоторецептор; II – ремень переноса; III – бумага; 1 – зарядное устройство; 2 – светодиодная линейка; 3 – проявляющее устройство; 4 – ёмкость с тонером; 5 – прижимной валик



Цифровая печатная машина *Océ VarioPrint 6250*

Основные характеристики машины:

- максимальный формат печати (320×488 мм);
- разрешение печати 600×1200 dpi;
- линиятура растра 180 lpi;
- максимальная скорость печати 250 страниц в минуту и 132 листа А3 в минуту;

- печать на бумаге плотностью 60–200 г/м² из любого лотка (для материалов *Oce* 50–300 г/м²);
- максимальная допустимая месячная загрузка 8 млн. страниц;
- модули подачи бумаги – 4 модуля ёмкостью 4600 листов (ёмкость рассчитана для плотности бумаги 80 г/м²).

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Ознакомиться с построением и технологическими возможностями машин *Nuvera 288 EA* и *Oce VarioPrint 6250*.
2. Получить отпечатки тестовой полосы, отпечатанные на обеих цифровых машинах и ризографе. Провести их визуальное сравнение по воспроизведению мелких деталей и тонких линий.
3. Измерить оптическую плотность.

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Отпечатки тестовой полосы, содержащей серую шкалу, миры, текст кеглем 2–10 пунктов, штриховое и тоновое изображения (комплект издательства ТулГУ), полученные на рассматриваемых печатных системах и ризографе.
2. Денситометр *Gretag MacbethTM D19C* издательства ТулГУ.
3. Измерительная лупа с 10-кратным увеличением.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Описание визуальной оценки тестовых полос, полученных на печатных машинах и ризографе.
2. Результаты измерения оптической плотности полученных изображений.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каких типов бывают электрографические цифровые машины?
2. Как отличаются листовые и рулонные машины по скорости?
3. Как отличаются листовые и рулонные машины по разрешению?
4. Каким образом осуществляется двустороннее запечатывание листа в системах с одним печатающим устройством?
5. Какие режимы предусмотрены в цифровой машине *Xerox Nuvera 288* ?
6. Может ли цифровая машина *Xerox Nuvera 288* менять параметры изображения? И, как вы думаете, какие?
7. Можно ли устанавливать послепечатное оборудование в линию с электрографической цифровой машиной? Какое?
8. Используется ли в данной системе промежуточный носитель? Что он из себя представляет?
9. В цифровой машине *VarioPrint* каким образом переносится изображение на бумагу?

10. Почему, как вы думаете, тонер не прилипает к носителю?
11. На каком устройстве мы получаем более высокое качество: на ризографе или на цифровой машине, работающей по принципу электрофотографии?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Толивер-Нигро, Х. Технологии печати: учеб. пособие для вузов / Х. Толивер-Нигро; пер. с англ. Н. Романова. – М.: ПРИНТ-МЕДИА центр, 2006. – 232 с.: ил.
2. Фентон, Х.М. Основы цифровой печати и печати по требованию / Х.М. Фентон; пер. с англ. М. Бредис. – М.: МГУП, 2004. – 144 с.
3. Стефанов, С. Технология цифровой печати / С. Стефанов; под ред. М.Бредиса. – М.: Репроцентр М, 2005. – 48с.: ил.

Практическое занятие № 4

**ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОЛНОЦВЕТНОЙ ЭЛЕКТРОФОТО-
ГРАФИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ НА ПЕЧАТАЮЩИХ УСТРОЙСТВАХ
РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ**

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ:

Цель работы:

сопоставить по качеству печати электрофотографические печатающие устройства различных классов фирмы *Xerox*: МФУ *DocuColor 252* и цифровые печатные машины *DocuColor 7000AP/8000AP*

Задачи работы:

Ознакомиться с технологическими возможностями машин.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Полноцветное оборудование профессионального назначения, относящееся к разным классам (например, МФУ – принтеры – копиры и цифровые печатные машины), различается по своим функциональным возможностям, качеству печати и стабильности характеристик изображения. Технология полноцветной печати, использованная в печатающем устройстве, оказывает влияние на качество печати. Однако оно в гораздо большей степени зависит от программного обеспечения контроллера печати, настройки параметров печати и возможностей контроля этих параметров в процессе печати.

Машина *Xerox DocuColor 252* является многофункциональным устройством, то есть имеет функции печати и копирования (обычно *DC 252* используется как принтер/копир), цифровые машины *Xerox DocuColor 7000 AP* и *Xerox DocuColor 8000 AP* предназначены, в основном, для печати, сканер предоставляется как опция.

Скорости тиражной печати, разрешение печати и максимальные форматы печати для указанного оборудования представлены в таблице 1.

Таблица 4.1 – Основные печатные характеристики машин

Название машины	<i>DC 260</i>	<i>DC 7000 AP /8000AP</i>
Максимальная скорость печати, цветовых, стр. А4 в минуту	60	70/80
Разрешение, dpi (точек на дюйм)	2400×2400	2400×2400
Максимальный формат печати, мм	330×483	315×480
Максимальная месячная загрузка, стр. А4	0,3 млн.	1,0/1,5 млн.

Машины *DC 252* и *DC 7000AP/8000AP* используют одинаковые технологии полноцветной электрофотографической печати и один тип построения печатающего устройства. В этих машинах 4 фоторецептора, расположенные друг за другом, передают цветоделённые однокрасочные тонерные изображения на промежуточный ремень переноса. На этом ремне формируется многокрасочное изображение, которое затем передается на бумагу. Отпечаток на бумаге, состоящий из порошковых тонеров четырех цветов, перемещается в зону фьюзерного закрепления. Принципиальная схема устройства, работающего по этому принципу, показана на рисунке 1.

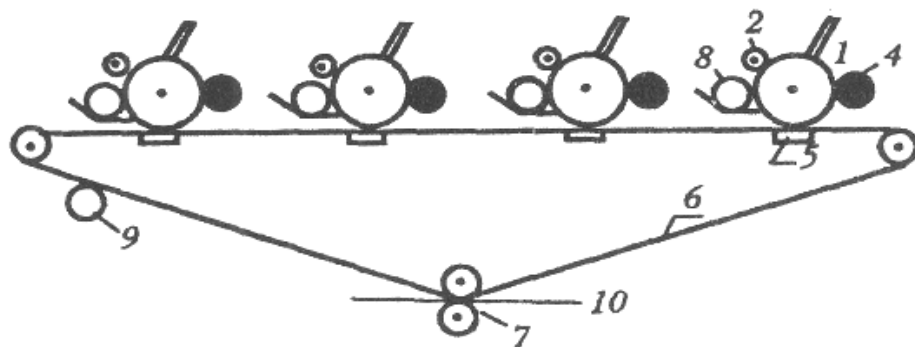


Рисунок 1 – Принципиальная схема построения машины с промежуточным ремнем переноса: 1 – фоторецептор; 2 – зарядное устройство; 3 – лазерное устройство; 4 – устройство проявления; 5 – зарядное устройство переноса тонерного изображения; 6 – ремень переноса; 7 – устройство переноса на печатный материал; 8 – устройство очистки фоторецептора; 9 – устройство очистки ремня переноса; 10 – бумага;

В обеих машинах для записи скрытого электростатического изображения используется технология *VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Diode Laser)* с 32-лучевой лазерной записью. Это обеспечивает высокое разрешение записи (2400×2400 dpi) и высокие скорости печати. Основные печатные характеристики приведены в таблице 1. Далее приводятся основные сведения о режимах копирования и возможностях послепечатной обработки.

Многофункциональное устройство Xerox DocuColor 252

МФУ может развивать скорость печати до 60 цветных страниц в минуту и до 75 черно-белых страниц в минуту.

Устройство работает следующим образом: на 4-х цилиндрических фоторецепторах получают цветоделённые однокрасочные изображения. Для этого поверхность фоторецептора заряжается отрицательно с помощью коронатора. Скрытое электростатическое изображение записывается *VCSEL* лазером, причём разряжаются участки изображения. Проявление проводится магнитной кистью из двухкомпонентного проявителя, состоящего из носителя и тонера *EA HG*. В *DC 260* используется система подачи тонера *Xerox Trickle-charge development*, в которой одновременно с тонером вводится небольшое количество носителя (девелопера). Обновление носителя увеличи-

вайт стабильность печати. Тонерные изображения с помощью электрического поля поочередно переносятся на ремень переноса и там накладываются друг на друга. С ремня полноцветное тонерное изображение переносится на бумагу, отпечаток закрепляется во фьюзерном устройстве. Запись скрытого изображения *VCSEL* лазером и использование химического ЕА тонера положительно сказывается на качестве изображений и передаче мелких деталей.

Аппарат *Xerox DC 252* имеет несколько режимов *копирования*, выбор которых зависит от типа оригинала, возможность *масштабирования* от 25 до 400 %, функции одно- и двухстороннего копирования книг, поворота и сдвига изображения, возможность получения зеркального и негативного изображения. При копировании разрешение такое же, как и при печати: 2400×2400 dpi.

Возможно мультиплицирование изображений, добавка аннотаций, дат, номеров страниц и комплектов документа. Режим *Build job* позволяет осуществлять программирование сложных работ, таких как автоматическая вставка брошюры в обложку и добавление закладок, при этом бумага для печати обложек и для закладок поступает из отдельного лотка.

Обеспечивается создание очередей для печати и управление очередью, в том числе прерывание длительного заказа для печати срочной работы. В машине имеется 256 Мб оперативной памяти для хранения подготовленных работ и жесткий диск на 80 Гб. Стандартный общий объем бумаги в 5 лотках – 3260 листов.

В базовую комплектацию входит приемный лоток на 500 листов. Другое финишное (послепечатное) оборудование выбирается в зависимости от назначения МФУ (объема и характера работ).

Имеются следующие варианты:

1. *Финишер с расширенными возможностями* включает приёмный лоток на 500 листов. Доступны операции пробивки отверстий и многопозиционного скрепления проволокой.

2. *Профессиональный финишер* включает приемный лоток на 500 листов и стапельную приёмку на 1500 листов. Доступны операции пробивки отверстий и многопозиционного скрепления проволокой. Изготовление брошюр с фальцовкой в один сгиб и шитьём проволокой внакидку.

3. *Промышленный финишер начального уровня* включает в себя приемный лоток на 500 листов и стапельную приемку на 2000 листов. Доступны операции пробивки отверстий и многопозиционного скрепления проволокой, изготовление брошюр с фальцовкой в один сгиб и шитьём проволокой внакидку, вставка листов. Опциональный модуль производит фальцовку в три сгиба и параллельную фальцовку (гармошкой).

Цифровые печатные машины *Xerox DocuColor 7000/8000 AP*

Печатающее устройство этих цифровых печатных машин схематично показано на рисунке 2.

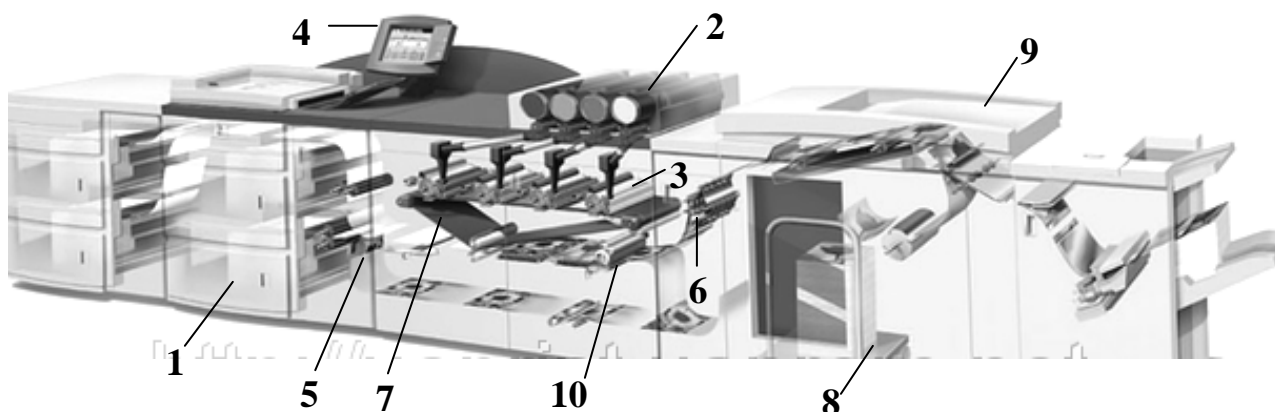


Рисунок 2 – Схема печатающего устройства цифровой печатной машины *Xerox DC 8000 AP*: 1 – лотки подачи бумаги; 2 – ёмкости с тонером; 3 – фоторецепторы; 4 – управляющая станция; 5 – система двухсторонней печати; 6 – устройство выпрямления бумаги; 7 – ремень переноса; 8 – подвижный стапельный стол; 9 – приёмный лоток для пробных оттисков; 10 – фьюзерное устройство

В машине использована такая же технология печати, как и в МФУ *DC 260*. Как было сказано выше, особенностями этой технологии являются наличие ремня переноса, на котором синтезируется полноцветное изображение, запись изображения *VCSEL* лазером с 32 лучами, а также система подачи тонера *Xerox Trickle-charge development*, в которой одновременно с тонером вводится небольшое количество носителя. Оптическое разрешение составляет 2400×2400 dpi, используются 4 линии раstra от 150 до 600 lpi (линий на дюйм) и стохастический растр.

Картриджи с тонером имеют большую ёмкость. Их можно заменять во время работы машины, поскольку резервуар проявляющего устройства вмещает тонер для печати 5000 страниц.

Особенностью машин *Xerox DC 7000 AP* и *DC 8000 AP* является возможность печати с максимальной скоростью на бумагах толщиной 64–300 г/м², что облегчает использование бумаг различной толщины в одном заказе.

В машинах предыдущего поколения, в том числе *Xerox DC 7000* и *DC 8000* скорость печати снижается с ростом толщины бумаги. Так *DC 8000* имеет максимальную скорость печати 80 стр. А4 в минуту для бумаг плотностью 60–135 г/м², 60 стр. в минуту для бумаг 136–220 г/м² и 40 стр. в минуту для плотных бумаг (до 300 г/м²). Проблема вызвана тем, что толстые бумаги требуют больше тепловой энергии для их нагрева до необходимой температуры. В моделях *DC 8000 / 7000 AP* проблема зависимости скорости от плотности бумаги решена путём изменения строения фьюзерного устройства и управления его работой.

В базовой конфигурации машины имеются: модуль – податчик бумаги с 2 лотками форматом 183×183 мм – 320×488 мм ёмкостью 2000 листов и приёмный сдвигающий лоток ёмкостью до 500 листов. Сдвигающий лоток разделяет экземпляры многостраничного документа путем их сдвига.

Дополнительно могут быть установлены следующие лотки:

- ещё один подающий модуль на 4000 листов;
- приёмный лоток-накопитель с тележкой ёмкостью до 3500 листов;
- входной лоток для вставки сторонних отпечатков на 250 листов.

Объём лотков рассчитан для бумаги плотностью 70 г/м².

В машине имеется контроллер, управляющий машиной, и аппаратный растровый процессор (контроллер печати) – *Creo Spire CXP 8000* или *Xerox Docu SP* (выбирается пользователем).

Рекомендуемая месячная загрузка машин *OC 8000 AP (7000 AP)* составляет 50 тысяч – 200 тысяч (38 тысяч – 150 тысяч) полноцветных листов А3, пиковая нагрузка – 750 тысяч (500 тысяч) листов А3 в месяц.

Для организации производственного процесса на основе цифровой печатной машины используется разнообразное послепечатное оборудование.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Получить отпечатки тестовой полосы на указанном выше оборудовании.
2. Провести измерения оптической плотности оценить контраст в тенях и светах изображения.
3. С помощью лупы оценить качество передачи шрифта (рубленого и с засечками).

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Печатная машина *Xerox DocuColor 252* издательства ТулГУ.
2. Отпечатки тестовой полосы, содержащей серую шкалу, миры, текст кеглем 2–10 пунктов, штриховое и тоновое изображения (комплект издательства ТулГУ), полученные на рассматриваемых печатных системах и ризографе.
3. Денситометр *Gretag MacbethTM D19C* издательства ТулГУ.
4. Измерительная лупа с 10-кратным увеличением.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Описание визуальной оценки тестовых полос, полученных на печатных машинах и ризографе.
2. Результаты измерения оптической плотности полученных изображений.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие функции может выполнять машина *Xerox DocuColor 252* ?

2. Каким формируется изображение при печати?
3. На чём формируется изображение в машине?
4. Используется ли промежуточный носитель? Какой?
5. Какую роль выполняет лазер?
6. Каким образом формируется изображение?
7. Что используется для проявления изображения?
8. Как переносится изображение на бумагу?
9. Какую роль выполняет фьюзерное устройство?
10. Какое масштабирование возможно на машине *Xerox DC 252*?
11. Может ли машина встраиваться в линию с послепечатным оборудованием?
12. Какие финишные операции могут быть предусмотрены в машине?
13. Почему с изменением плотности используемой бумаги меняется скорость печати?
14. Какой метод печати использован в данных устройствах?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Джонсон, Johnson Н. Секреты цифровой печати: руководство по выводу высококачественной цифровой графики для фотографов и художников / Г. Джонсон; пер. с англ. и ред. Е.Л. Полонской. – М., СПб., Киев: Вильямс, 2005. – 408с.
2. Харин, О. Электрофотография для цифровой печати / О. Харин, Э. Сувейздис. – М.: МГУП, 1999. – 438с.: ил.

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ТОНЕРА НА КАЧЕСТВО ПОЛНОЦВЕТНОЙ ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: оценить влияние свойств тонера на качество многокрасочной печати.

Задачи работы: изучить качество печати на многофункциональных устройствах.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Качество многокрасочной печати зависит от используемого тонера, технологии печати и возможностей управления цветом. В данной работе изучается влияние характеристик тонера.

Тонеры

Тонер – сухая порошкообразная краска с размерами частиц 6-10 мкм. Из тонера на отпечатке формируются изображения, поэтому он, прежде всего, должен иметь требуемую спектральную характеристику. В электрофотографии, для получения полноцветных изображений, используют тонеры 4-х цветов СМУК (Cyan, Magenta, Yellow, Black). Поскольку тонер участвует в электрофотографическом процессе, к нему предъявляются дополнительные требования. Он должен иметь способность к трибоэлектризации (зарядке его частиц при трении о носитель), термопластические свойства (плавится при температуре термозакрепления) и малую склонность к слипанию частиц в агрегаты. В виду многообразия требований тонеры имеют сложный состав.

Состав тонеров

В состав тонера входят полимер, пигмент, регулятор заряда, полимерный воск, и поверхностная добавка, наносимая на поверхность частиц – это основные компоненты. В композицию входят также другие добавки, улучшающие рабочие свойства тонера, некоторые из них являются ноу-хау фирм-изготовителей тонера.

- *Полимер.* Тонер по праву можно назвать окрашенной полимерной частицей. Полимер составляет до 90 % от общего веса тонерной массы, в нем распределены остальные компоненты тонера. От выбора полимера зависят практически все свойства тонера, в том числе способность к трибоэлектризации и термопластические свойства.

Для тонеров обычно используют сополимеры, молекулы которых представляют собой цепочки с различными звеньями. Примерами могут служить сополимеры стирола с бутилакрилатом и акриловой кислотой и др. В настоящее время предпочтение отдается полиэфирам – полимерным эфирам гликолей с многоосновными кислотами (например, терефталевой, малеиновой или янтарной).

В полиэфирных тонерах может быть использована смесь аморфного и кристаллического полиэфиров. Кристаллические полиэфиры дают пленки пониженной эластичности, но они имеют более низкую температуру плавления и более узкий температурный интервал между температурами стеклования и плавления. Подобрав оптимальное соотношение компонентов в полимерной смеси, фирма *Fuji Xerox* получила тонер с хорошими физико-механическими характеристиками и пониженной температурой термозакрепления. Это *EA-Eco* тонер, дающий на отпечатке более прозрачные плёнки, чем обычный *EA* тонер той же фирмы. Температурные кривые вязкости для тонеров *EA* и *EA-Eco* показаны на рисунке 1. Тонер *EA-Eco* позволяет проводить термозакрепление при температуре на 20–50° С ниже обычной.

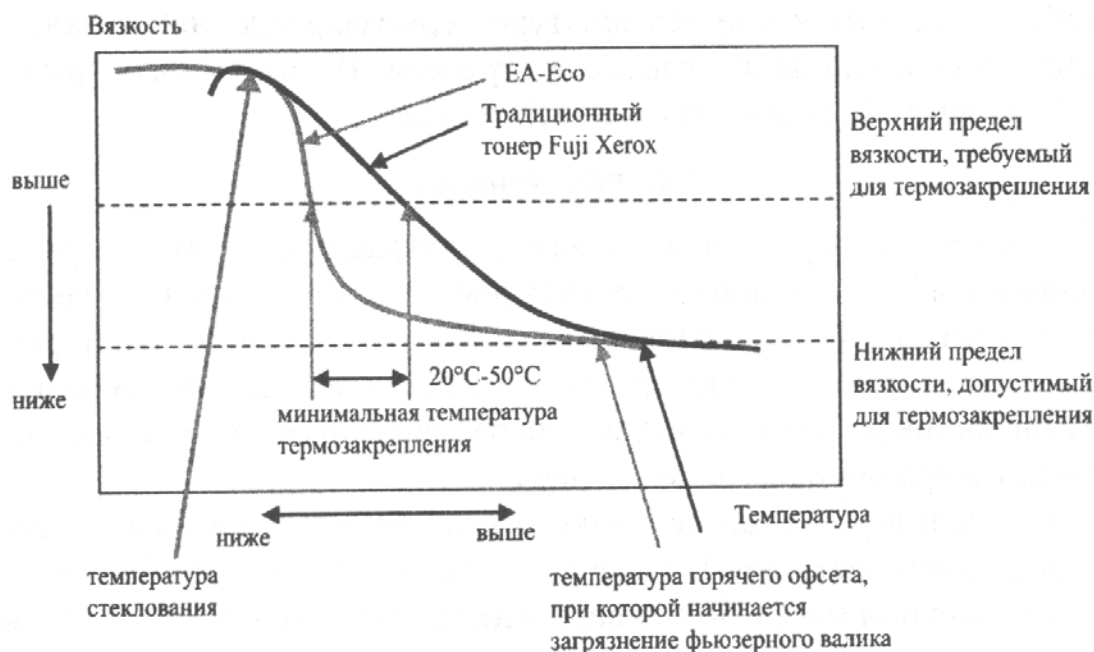


Рисунок 1 – Графики зависимости вязкости тонерной пленки от температуры для двух типов тонеров фирмы *Fuji Xerox*

- *Пигмент*, окрашивающий тонер, должен образовывать тонкую дисперсию в полимере и не ухудшать его трибоэлектрические свойства. Конкретный пигмент выбирается в зависимости от требуемого цвета тонера. (В этом отношении к нему предъявляются такие же требования, как к пигментам печатных красок.)

- *Регулятор заряда* (трибоэлектрическая добавка). Благодаря нему частицы тонера приобретают при трении о носитель заряд требуемой величины и знака. Заряд должен быть стабильным во времени и мало зависеть от температуры тонера и влажности воздуха.

- *Полимерный воск* – добавка к тонеру, плавящаяся при низкой температуре. Это может быть низкомолекулярный полиэтилен или полипропилен. При термическом закреплении тонерного изображения на отпечатке воск плавится первым и служит смазкой, предотвращающей прилипание тонера к фюзерному валiku.

- *Поверхностная добавка* повышает текучесть (сыпучесть) тонера. Обычно она представляет собой порошок окисла кремния с развитой поверхностью и/или соль жирной кислоты (например, стеарат цинка). Назначение поверхностной добавки – предотвращать слипание (агрегацию) частиц тонера при его хранении и во время электрофотографического процесса. Частицы тонера, имеющего высокую текучесть, легко скользят друг по другу. Поверхностная добавка наносится на тонерные частицы в виде порошка размером в несколько десятков нм при перемешивании порошков добавки и тонера.

Виды тонеров

В настоящее время различают два вида тонеров – традиционные и химические (полимеризационные).

Процесс изготовления *традиционных* тонеров включает следующие стадии:

- 1) изготовление тонерной массы путем смешивания в расплаве полимера и всех внутренних добавок;
- 2) дробление полученной массы с образованием относительно крупных частиц;
- 3) тонкое измельчение тонера, когда получают мелкие частицы микронных размеров;
- 4) классификация тонера, выделение из тонерного порошка частиц заданных размеров;
- 5) смешивание тонера с поверхностной добавкой.

Изготовление *химических (полимеризационных)* тонеров происходит в одном технологическом процессе с синтезом полимерного связующего. При их изготовлении используется процесс полимеризации, эмульсионной или суспензионной, поэтому такие тонеры называют также полимеризационными.

Существуют две разновидности химических тонеров.

Тонеры одного типа используют суспензионную полимеризацию, процесс включает следующие стадии:

- 1) диспергирование всех компонентов тонера в жидком мономере;
- 2) образование суспензии полученной жидкой смеси в воде, для чего смесь при интенсивном перемешивании выливают в воду, содержащую тонкую взвесь фосфата кальция;
- 3) нагревание полученной суспензии до температуры, необходимой для полимеризации мономера. Образующиеся полимерные частицы включают в себя остальные компоненты;
- 4) одевание тонера в оболочку. Для этого в суспензию тонерных частиц добавляют мономер, из которого будет формироваться полимерная оболочка, а также реагенты, управляющие полимеризацией;
- 5) фильтрование и промывка тонера;
- 6) сушка и перемешивание тонера с поверхностной добавкой;
- 7) классификация (разделение на фракции), которая проводится в потоке воздуха.

Тонеры второй разновидности получают способом эмульсионной агрегации. Производится смешивание полимерных латексов и добавок в воде, где при повышенной температуре осуществляется контролируемая коагуляция – это агрегация компонентов в частицы и рост этих частиц. Агрегация происходит за счет адсорбции на поверхности частиц полимера и добавок поверхностно активных веществ (ПАВ), придающих частицам разноименные заряды, либо за счет использования коагулянта, реагирующего с компонентами тонера и соединяющего их в частицы тонера. Примером может служить полиалюминий или соль металла с валентностью не менее 3. Агрегация используется при изготовлении тонеров фирм *Fuji Xerox* и *Konica Minolta*.

Типичным примером являются *EA* тонеры (*Fuji Xerox*), где *E* говорит об эмульсификации, а *A* – об агрегации. Полимер вводится в виде латекса, полученного либо эмульсионной полимеризацией, либо (полиэфиры) поликонденсацией. Размеры частиц латекса не превышают долей микрометра.

Частицы *EA* тонеров также одевают в полимерную оболочку. Дальнейшая обработка такая же, как описано для суспензионной полимеризации.

Химические (полимеризационные) тонеры, в отличие от традиционных тонеров, имеют мелкие и ровные частицы сферической или «картофельеобразной» формы (рисунок 2).

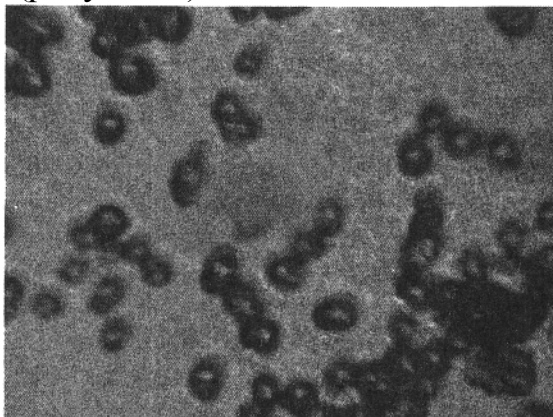


Рисунок 2 – Микрофотографии частиц тонера *Simitri High Chroma*

В настоящее время химические тонеры находят широкое применение и непрерывно совершенствуются. При этом разработки касаются не только используемых в тонерах полимеров, но и пигментов. Улучшены спектральные характеристики пурпурных пигментов – снижено вредное поглощение в синей зоне спектра. Сочетание улучшенных спектральных характеристик пигментов с повышением прозрачности красочных плёнок заметно улучшили качество изображения.

Фирмой *Konica Minolta* разработан полиэфирный химический тонер *Simitri* нового поколения – *Simitri High Chroma*.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Получить отпечатки тестовой полосы на указанном выше оборудовании.

2. Провести измерения оптической плотности оценить контраст в тенях и светах изображения.

3. С помощью лупы оценить качество передачи шрифта (рубленого и с засечками).

4. Указать минимальный кегль воспроизводимого шрифта.

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Отпечатки тестовой полосы, содержащей серую шкалу, миры, текст кеглем 2–10 пунктов, штриховое и тоновое изображения (комплект издательства ТулГУ), полученные на рассматриваемых печатных системах и ризографе.

2. Денситометр *Gretag MacbethTM D19C* издательства ТулГУ.

3. Измерительная лупа с 10-кратным увеличением.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Описание визуальной оценки тестовых полос, полученных на печатных машинах и ризографе.

2. Результаты измерения оптической плотности полученных изображений.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Размер частиц тонера.

2. Свойства тонера.

3. Что входит в состав тонера?

4. Какой составляющей больше всего в тонере?

5. С какой целью в тонер добавляют регулятор заряда?

6. Назначение полимерного воска в тонере.

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стефанов, С. Технология цифровой печати / С. Стефанов; под ред. М.Бредиса. – М.: Репроцентр М, 2005. – 48с.: ил.

2. Джонсон, Johnson Н. Секреты цифровой печати: руководство по выводу высококачественной цифровой графики для фотографов и художников / Г. Джонсон; пер. с англ. и ред. Е.Л. Полонской. – М.; СПб., Киев: Вильямс, 2005. – 408с.

3. Харин, О. Электрофотография для цифровой печати / О. Харин, Э. Сувейздис. – М.: МГУП, 1999. – 438с.: ил.

Практическое занятие № 6

**РАЗЛИЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МНОГОКРАСОЧНОЙ ПЕЧАТИ
ЦИФРОВЫХ ПЕЧАТНЫХ МАШИН**

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: сопоставить по качеству печати электрофотографические цифровые печатные машины, использующие различные технологии многокрасочной печати.

Задачи работы: ознакомиться с технологическими возможностями этих машин.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В многокрасочных электрофотографических цифровых печатных машинах используется целый ряд способов формирования многокрасочных изображений. К их числу относятся:

- использование одного фоторецептора и нескольких проявляющих устройств, однокрасочные изображения поочередно переносятся с точным совмещением на печатный материал;
- использование одного фоторецептора, на котором создается многокрасочное изображение, которое затем переносится на печатный материал (технология Image on Image).
- использование четырех фоторецепторов по одному на каждый цвет тонера, многокрасочное изображение формируется на печатном материале, поочередно вступающем в контакт с фоторецепторами;
- использование четырех фоторецепторов по одному на каждый цвет тонера, многокрасочное изображение формируется на печатном материале, причем тонер с каждого фоторецептора переносится на печатный материал через офсетный цилиндр;
- использование четырех фоторецепторов по одному на каждый цвет тонера, многокрасочное изображение формируется на ремне переноса, откуда оно переносится на печатный материал.

В работе рассматриваются машины двух типов, один из которых (*Xerox iGen*) использует один фоторецептор и технологию Image on Image, а печатающие устройства машин другого типа (*Kodak NexPress*) содержат помимо 4-5 фоторецепторов – офсетные цилиндры. Основные печатные характеристики машин приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Основные печатные характеристики машин

Фирма и название машины	Xerox iGen 4 EXP	Kodak NexPress SE 3000/ NexPress SX
Макс. скорость печати, цветных стр. А4 в минуту	110	100/130
Разрешение, dpi (точек на дюйм)	4800×600×1 бит	600×600×8 бит

Фирма и название машины	Xerox iGen 4 EXP	Kodak NexPress SE 3000/ NexPress SX
Макс. формат бумаги, мм	364×660	356×520 / 356×660
Макс. месячная загрузка, стр. А4	3,5 млн	2,2 млн/нет данных

Рассмотрим подробнее каждый из типов оборудования.

Цифровые печатные машины *Xerox iGen*

На рынке эти машины появились в виде модели *iGen 3*, которая имеет-ся в конфигурациях с максимальными скоростями печати 90 и 110 стр. А4 в минуту, наиболее поздней моделью является *iGen 4 EXP*.

Во всех моделях *Xerox iGen* используется технология Image on Image (IOI), в которой полноцветное тонерное изображение синтезируется на фоторецепторе и в один прием переносится на печатный материал. Печатающее устройство схематично показано на рисунках 6.1 и 6.2.

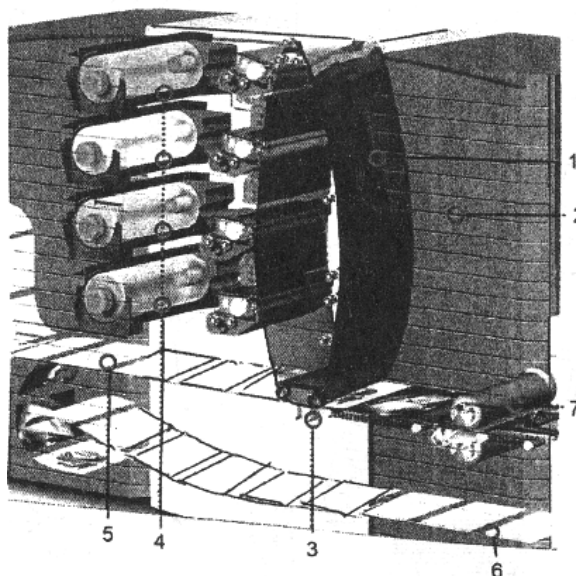


Рисунок 6.1 – Схема печатной секции машины *Xerox iGen*:

1 – ленточный фоторецептор; 2 – климатическая камера; 3 – устройство переноса тонерного изображения; 4 – картриджи с тонером; 5 – лист бумаги; 6 – тракт передачи односторонних отпечатков на печать с оборота; 7 – фьюзерное устройство

В машинах используется ленточный фоторецептор, по периметру которого расположены функциональные узлы. На рисунке 6.1 видны четыре блока записи цветоделенных тонерных изображений, осуществляющих зарядку фоторецептора, запись скрытого изображения и проявление. Блок очистки фоторецептора показан на рисунке 6.2, где дополнительно показан блок записи специального цвета (например, *Pantone*), которого в машине *iGen 4 EXP* нет.

Процесс получения полноцветного изображения начинается с записи пурпурного изображения. Поверхность фоторецептора заряжается до потенциала -500 В (это и другие значения приведены для примера). Лазерное устройство блока записи пурпурного изображения разряжает участки, соответствующие элементам изображения, до -50 В. Скрытое электростатическое изображение поступает в зону проявления блока, где на разряженные участки осаждается пурпурный тонер. Отрицательный тонер увеличивает потенциал разряженного участка до -200 В.

Формирование желтого изображения начинается с равномерной зарядки поверхности фоторецептора, имеющего на поверхности пурпурное тонерное изображение, до потенциала -500 В. Лазерное устройство блока записывает скрытое изображение, после чего происходит проявление желтым тоном.

Проявление должно производиться таким образом, чтобы пурпурное изображение не портилось при переносе желтого тонера. Традиционные способы здесь непригодны, они все являются «разрушающими». Для технологии *IOI* разработано гибридное неразрушающее проявление. Соответствующее проявляющее устройство показано на рисунке 6.3.

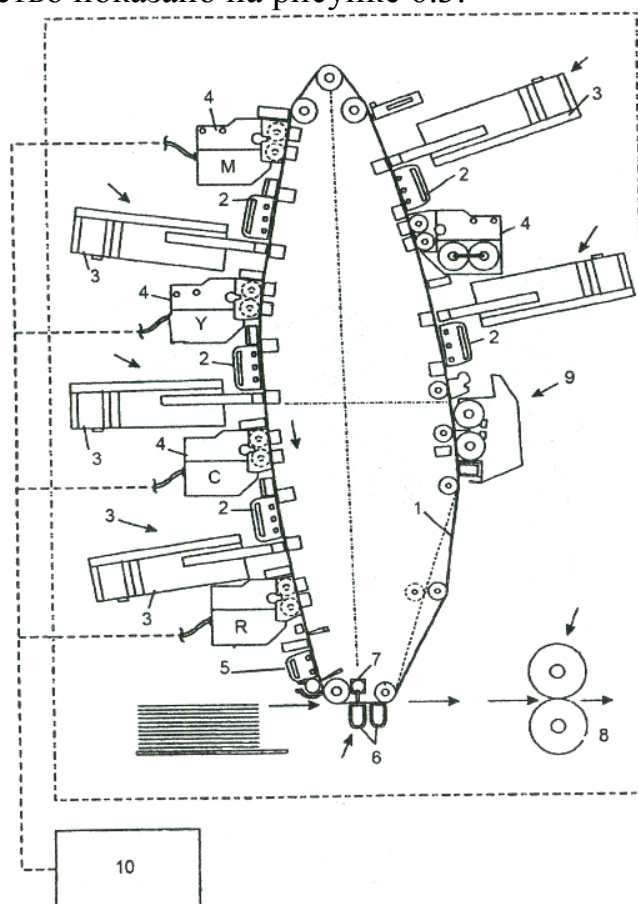


Рисунок 6.2 – Схема машины *Xerox iGen 3* с 5 блоками записи тонерного изображения: 1 – фоторецептор; 2 – устройство зарядки; 3 – устройство лазерной записи изображения; 4 – устройство проявления; 5 – устройство перезарядки тонерного изображения; 6 – устройство переноса полноцветного изображения; 7 – источник ультразвука; 8 – фьюзерное устройство; 9 – устройство очистки фоторецептора; 10 – контроллер

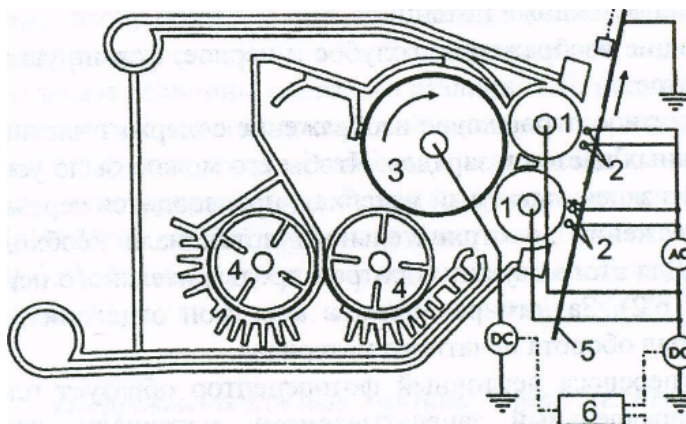


Рисунок 6.3 – Схема проявляющего устройства: 1 – проявляющие валики; 2 – электроды; 3 – магнитный валик; 4 – смесители; 5 – ленточный фоторецептор; 6 – контроллер

Проявляющее устройство содержит магнитный валик, два проявляющих валика и решетку электродов, расположенных в зоне проявления вблизи проявляющих валиков. Тонер подается в проявляющее устройство из больших цилиндрических емкостей, которые можно перезагружать без остановки машины. Одновременно туда же подается небольшое количество девелопера (носителя). При перемешивании тонера и носителя в смесителях происходит зарядка тонера и формирование двухкомпонентного проявителя.

Проявитель притягивается к вращающемуся магнитному валику, образуя магнитную кисть. Электрическое поле отрывает тонер от проявителя и переносит его на проявляющие валики, которые находятся на некотором расстоянии от фоторецептора (около 400 мкм). В этом зазоре вблизи валиков располагаются проволочные электроды, на которые подается высокочастотное переменное напряжение. Возникающее между электродами и проявляющими валиками переменное электрическое поле отрывает тонер от валика и образует в зоне проявления (между валиком и фоторецептором) перемешиваемое тонерное облако. Собственно проявлением (переносом тонера на фоторецептор) управляет постоянное электрическое поле, которое образуется между скрытым изображением на фоторецепторе и проявляющими валиками, на которые подается заданный постоянный потенциал $V_{см}$.

Следующие изображения: голубое и черное, формируются так же, как желтое.

Полноцветное порошковое изображение содержит частицы тонера различных цветов и зарядов. Чтобы его можно было успешно перенести на запечатываемый материал, производится перезарядка всего изображения до отрицательного потенциала необходимой величины. Для этого служит корotron предварительного переноса 5 (см. рисунок 6.2). За ним расположен корotron отделения, понижающий заряд оборота печатного материала.

В зоне переноса ленточный фоторецептор образует плоский участок, параллельный запечатываемому материалу, который прижимается к фоторе-

цептору. Блок переноса тонерного изображения 6 включает коротрон переноса и коротрон отделения и расположенное с внутренней стороны фоторецептора пьезоэлектрическое устройство 7, являющееся источником ультразвука. Ультразвук улучшает перенос тонера в «сложных» случаях, например, при печати на фактурной бумаге, имеющей неровную поверхность. Механизм его действия заключается в отрыве тонера от фоторецептора под действием ультразвуковых колебаний и образовании тонерного облака.

Полноцветная копия уходит во фьюзерное устройство, которое автоматически настраивается на закрепление материала конкретного типа. Участок фоторецептора, с которого перенесено изображение, перемещается в зону очистки. Вначале производится предочистка – равномерная засветка лампой, уменьшающая заряд скрытого изображения. Засветка проводится с лица и оборота ленточного фоторецептора. Затем следует снятие остатков тонера с фоторецептора с помощью положительно заряженных щеток и удаление отработанного тонера из зоны очистки. Начинается следующий цикл записи изображения.

Через фьюзерное устройство бумаги различной плотности проходят с одинаковой скоростью. Поэтому возможна печать на разных материалах в одном тираже. Для получения стабильного качества отпечатков машина оснащена спектрофотометром X-Rite, контролирующим передачу цветов на отпечатке после термозакрепления изображения. Контроль цветов производится через установленное число отпечатков, поддерживаются заданные для данного заказа величины цветового различия ΔE , например $\Delta E = 2$.

Печать может производиться на широком ассортименте бумаг, имеющих покрытия и его не имеющих, и на специальных бумагах, например, текстурированных. Форматы бумаги находятся в диапазоне 178×178 мм до 364×660 мм, а плотность бумаги – в диапазоне 60-350 г/м². Система из 6 модулей подачи бумаги включает стандартно 30 тысяч листов, а опционально – до 80 тысяч листов.

Цифровые печатные машины *Kodak NexPress*

Машины *Kodak NexPress* содержат 4-5 последовательно расположенных фоторецепторов. Их главная особенность – перенос тонерного изображения с фоторецептора на печатный материал через офсетные цилиндры с мягким резиновым покрытием. Цифровая печатная машина состоит из печатной машины и управляющей станции. Схема машины показана на рисунке 6.4.

Печатный модуль цифровой печатной машины *Kodak NexPress SE3000* содержит 5 печатных секций. Четыре секции печатают полноцветное изображение, а пятая секция используется для специальной краски, например *Pantone*, бесцветной краски или краски для рельефной печати крупным тоном. Каждая секция включает фоторецептор с функциональными устройствами записи тонерного изображения и офсетный цилиндр, предназначенный для передачи этого изображения на печатный материал. Запись изображения производится светодиодной линейкой.

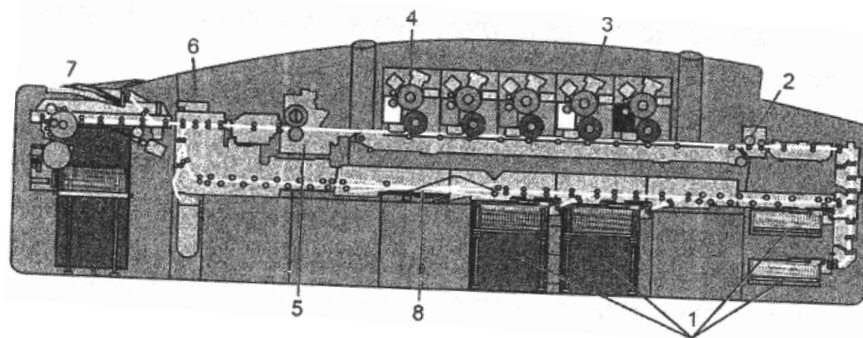


Рис. 6.4. Схема цифровой печатной машины *NexPress SE3000*:

1 – многомодульная система подачи бумаги; 2 – устройство авто-матического позиционирования листа; 3 – модуль многокрасочной печати; 4 – пятая секция для печати дополнительной краской; 5 – фьюзерное устройство; 6 – устройство выпрямления бумаги; 7 – приемный лоток для пробных оттисков и подвижный стапельный стол; 8 – устройство переворота бумажного листа

Скрытое изображение проявляется двухкомпонентным проявителем, тонер осаждается на разряженные участки фоторецептора. Перенос тонерного изображения с фоторецепторов на офсетные цилиндры и с офсетных цилиндров на печатный материал производится электрическими полями. Для этого офсетные цилиндры и оборот бумаги заряжаются положительно. Из последней секции отпечатки поступают в цилиндрическое фьюзерное устройство, состоящее из системы валиков. При двухсторонней печати, после термозакрепления изображения на лицевой стороне листа производится его боковой переворот, и он повторно поступает в зону печати.

Система *Print Genius* осуществляет автоматическую корректировку цветов в замкнутом цикле.

Бумага подается в печатный модуль из 4-х лотков общей емкостью 11 тысяч листов (емкость рассчитана на бумагу плотностью 100 г/м²). Возможна подача рулонной бумаги, которая автоматически разрезается на листы. Прошедшие через фьюзерное устройство отпечатки проходят через устройства выпрямления и выкладываются на приемный стапель емкостью до 5000 листов. Дополнительно может быть установлен глянецватель.

Машина последнего поколения *Kodak NexPress SX* имеет следующие особенности:

- увеличена максимально возможная длина печатного листа (с 520 до 660 мм), что позволяет разместить на листе 3 страницы А4 и получать на таких листах 6-страничную брошюру А4 или печатать суперобложки и постеры. Соответственно, машина имеет удлиненный лоток для подачи таких листов;
- используется новая методика растрирования (линиатура растра 180 линий на дюйм);
- используются новые, более мелкие тонеры, и повышена оптическая плотность черного тонера;
- пятая секция может печатать светло-серым тонером, который может быть использован для улучшения передачи телесных цветов. Кроме того, пятая секция

может печатать водяные знаки, защитные изображения MICR. тонером и красным люминесцентным тонером и производить рельефную печать;

- возможна печать бесцветным тонером, что в сочетании с установленным в линию глянецвателем позволяет лакировать отпечатки и придавать им глянец;
- появилась возможность производить матовую печать путем использования специального фьюзерного валика.

В серию входят машины 3-х конфигураций: *Kodak NexPress SX 2700* с максимальной скоростью печати 83,3–91 стр. А4 в минуту, *SX 3300* с максимальной скоростью печати 100–109 стр. А4 в минуту и *Kodak NexPress SX 3900* со скоростью печати 120–131 стр. А4 в минуту. Более высокие скорости печати обеспечиваются использованием максимального формата бумаги равного 356×661 мм. Формат печати при этом составляет 346×654 мм.

Следует отметить, что современные электрофотографические цифровые печатные машины предназначены, в том числе для печати фотокниг, сувенирной продукции и разнообразной цветной рекламной продукции. Поэтому многие из них имеют пятую секцию, предусматривают матовую и глянцевую печать на широком диапазоне печатных материалов и обеспечиваются разнообразным отделочным оборудованием.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Ознакомиться с построением и технологическими возможностями печатных машин.
2. Получить отпечатки тестовой полосы.
3. Визуально оценить качество воспроизведения изображений, содержащих информационно важные детали в светах, тенях, изображений с телесными цветами, изображений металлических предметов и черно-белого изображения.
4. Определить максимальную оптическую плотность в светах и тенях.

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Демонстрационные материалы по цифровым печатным машинам *Xerox iGen 4 EXP* и *Kodak NexPress SE3000*.
2. Отпечатки на изучаемых машинах (комплект издательства ТулГУ).
3. Денситометр *Gretag MacbethTM D19C* издательства ТулГУ.
4. Измерительная лупа с 10-кратным увеличением.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Описание визуального изучения качества воспроизведения изображений.
2. Результаты определения максимальной оптической плотности в светах и тенях.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На каком принципе основана печать на рассматриваемом оборудовании?
2. Какого типа фоторецептор применяется в цифровой печатной машине *Xerox iGen*?

3. Необходима ли остановка печатной машины для перезагрузки тонера?
4. Отличается ли скорость прохождения различной по плотности бумаги через фьюзерное устройство?
5. Сколько печатных секций содержит печатный модуль машины *Kodak Nex-Press*?
6. Возможна ли матовая (глянцевая) печать на устройстве данного типа?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Толивер-Нигро, Х. Технологии печати: учеб. пособие для вузов / Х. Толивер-Нигро; пер. с англ. Н. Романова. – М.: ПРИНТ-МЕДИА центр, 2006. – 232 с.: ил.
2. Фентон, Х.М. Основы цифровой печати и печати по требованию / Х.М. Фентон; пер. с англ. М. Бредис. – М.: МГУП, 2004. – 144 с.
3. Стефанов, С. Технология цифровой печати / С. Стефанов; под ред. М.Бредиса. – М.: Репроцентр М, 2005. – 48с.: ил.
4. Джонсон, Johnson Н. Секреты цифровой печати: руководство по выводу высококачественной цифровой графики для фотографов и художников / Г. Джонсон; пер. с англ. и ред. Е.Л. Полонской. – М.;СПб., Киев: Вильямс, 2005. – 408с.
5. Харин, О. Электрофотография для цифровой печати / О. Харин, Э. Сувейз-дис. – М.: МГУП, 1999. – 438с.: ил.

Практическое занятие № 7

**ПЕЧАТЬ НА ПОЛНОЦВЕТНОЙ ЦИФРОВОЙ ПЕЧАТНОЙ МАШИНЕ
СРЕДНЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ *HP INDIGO PRESS 1050***

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ:

Цель работы:

1. Изучить строение цифровой печатной машины *HP Indigo Press 1050* и технологический процесс, использованный в её печатающем устройстве.
2. Ознакомиться с подготовкой машины к печати конкретного заказа и выбрать оптимальные режимы печати.

Задачи работы:

1. Ознакомиться с технологическим процессом печати на машине *HP Indigo Press 1050* и основными узлами печатающего устройства. Выявить различия между электрофотографическими процессами с жидкостным и сухим проявлением.
2. Изучив влияние линиатуры растра на качество печати, выбрать оптимальную линиатуру растра для печати конкретного изображения.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Электрофотографический процесс с жидкостным проявлением в цифровой печатной машине HP Indigo Press 1050

В цифровых печатных машинах *HP Indigo Press* используется жидкостное проявление. Жидкий проявитель – краска *Electroink* представляет собой коллоидный раствор тонера в неполярной жидкости. Тонер состоит из полимерных частиц, содержащих пигмент соответствующего цвета, регулятор заряда и другие необходимые добавки. Окрашенный полимер образует на участках изображения красочную пленку, а регулятор заряда придает дисперсии стабильность и способствует приобретению частицами тонера заряда, необходимого для проявления скрытого изображения. Неполярная жидкость позволяет получить дисперсию необходимой концентрации, то есть для тонера она является носителем. Тонер вместе с жидким носителем составляет жидкий проявитель (краску *Electroink*).

В качестве носителя могут использоваться предельные углеводороды торговой марки *ISOPAR* или легкие минеральные масла. Фирма называет свой носитель маслом.

Краска *Electroink* поставляется в тубах, в концентрированном виде. В машине она выдавливается в красочный резервуар, где разбавляется маслом до получения концентрации около 2,5 % и в таком виде подается по шлангам в проявляющее устройство. При необходимости из отдельного резервуара в краску добавляется небольшое количество масла, содержащего регулятор заряда. Изменяя его количество, можно регулировать заряд частиц и оптическую плотность изображения.

Схематично печатное устройство цифровой печатной машины *HP Indigo Press 1050* показана на рисунке 7.1, а схема машины – на рисунке 7.2.

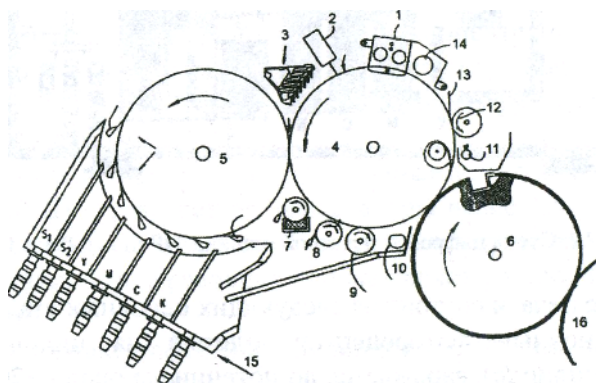


Рисунок 7.1 – Схема печатающего устройства *HP Indigo Press 1050*: 1 – скоротрон; 2 – лазерное записывающее устройство; 3 – инжектор; 4 – фоторецептор; 5 – проявляющий цилиндр; 6 – офсетный цилиндр; 7 – устройство подачи чистого носителя; 8 – блок реверсивного валика; 9 – отжимной валик; 10 – лампа, уменьшающая заряд скрытого изображения; 11-13 – компоненты блока очистки фоторецептора; 14 – лампа, стирающая скрытое изображение; 15 – система сбора и отвода краски; 16 – печатный цилиндр с бумагой

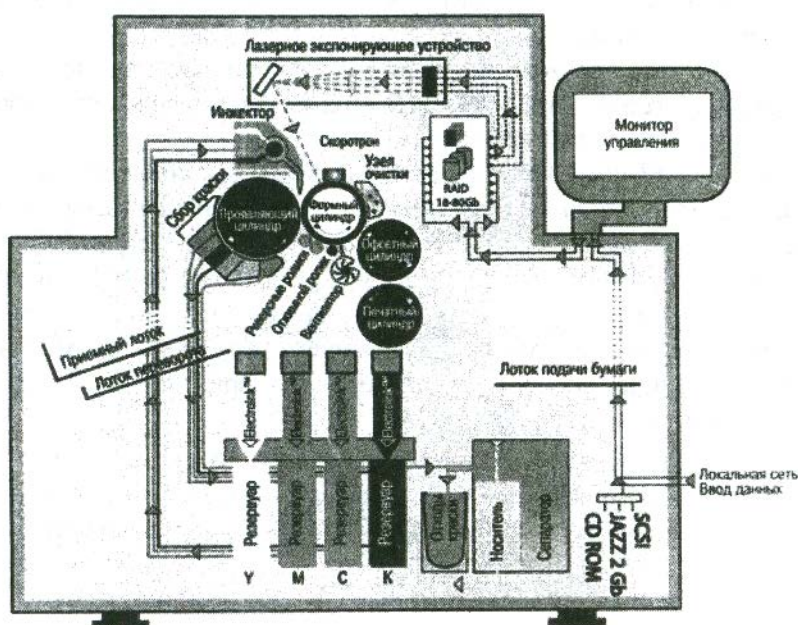


Рисунок 7.2 – Схема цифровой печатной машины *HP Indigo Press 1050*

Процесс печати состоит из следующих основных стадий:

1. Пленочный фоторецептор, одетый на цилиндр-основу (формный цилиндр), заряжается до потенциала около -700 В (этот и последующие потенциалы приведены для примера).

2. С помощью лазерного записывающего устройства происходит запись скрытого электростатического изображения. Участки изображения разряжаются до потенциала около -50 В. Записывается одновременно 4 строки изображения.

3. Краска *Electroink* подается в инжектор, а оттуда – в зону проявления, расположенную между фоторецептором и проявляющим цилиндром. Проявляющий цилиндр заряжен до потенциала около -400 В, поэтому между ним и участками скрытого изображения, имеющими другие потенциалы, создается электрическое поле.

Это поле заряжает частицы тонера (входящие в краску), отрицательно и начинает управлять перемещением этих частиц. В участках изображения тонер движется в сторону фоторецептора, а в пробельных участках – к проявляющему цилиндру. С проявляющего цилиндра краска счищается и возвращается в красочную систему.

4. Высокая скорость печати и сильно разбавленные краски приводят к тому, что за проявлением должны следовать очистка пробелов (блоком реверсивного валика) и концентрирование красочного слоя на участках изображения (с помощью отжимного валика). Чтобы при этих операциях краска не снималась с участков изображения, реверсивный валик заряжается до потенциала, абсолютная величина которого больше потенциала скрытого изображения (-50), но меньше потенциала пробелов, например -500 В. Потенциал отжимного валика больше 1000 В.

5. Тонерное изображение, имеющее концентрацию сухого тонера около 25–30%, подводится к офсетному цилиндру. Перед входом в зону контакта происходит частичная разрядка пробелов специальной лампой.

6. Офсетный цилиндр заряжен положительно (до потенциала около $+600$ В) и разогрет до температуры выше 120° С. Отрицательно заряженный тонер переносится электрическим полем на офсетный цилиндр. Красочная пленка теряет растворитель и расплавляется.

7. При контакте офсетного цилиндра с печатным материалом, находящимся на печатном цилиндре, краска полностью переходит на печатный материал. Полученный отпечаток выводится из машины.

8. Одновременно на фоторецепторе идёт отмывка поверхности от остатка краски и удаление ее ракелем. После чего происходит разрядка поверхности фоторецептора.

Цикл повторяется для следующей краски или следующего изображения.

Подготовка печатной машины к печати конкретного заказа

Оператор машины производит загрузку работ, подготовку их к печати, организацию очереди и печать. Все это делается с помощью системы управления печатью *Job Manager*. Растрированные работы автоматически импортируются из процессора машины и появляются либо в списке загруженных работ (*Loaded Job list*), либо в очереди на печать (*Print Queue*). Работа может загружаться вручную из меню *Print Job*.

Работы, введенные в очередь на печать *Print Queue*, готовы к автоматической печати в указанной последовательности. Работы в списке *Loaded Job list* либо еще не до конца готовы к печати, либо уже напечатаны. Их сортируют (группируют) по свойствам, например по типу бумаги, числу красок, и перемещают в *Print Queue*. Напечатанные работы стирают, либо копируют и помещают в список *Retained Jobs* (архивируемые работы) на определенное время, по истечении которого их стирают.

Печать идёт следующим порядком:

1. Установка и проверка списков работ в *Print Queue* и *Loaded Job list*. Работы должны содержать правильные сведения о числе отпечатков, ранге работы и линиатуре раstra. При необходимости в эти сведения можно внести исправления.

2. Пробная печать и контроль отпечатка. Печатается один отпечаток или один экземпляр многостраничной работы. Далее проводятся:

- проверка размещения изображения (10 мм по отношению к переднему краю от переднего края и по центру в поперечном направлении);
- приводка изображений лицевой и оборотной сторон по крестам;
- проверка размещения изображений относительно друг друга на разных страницах многостраничной работы;
- проверка цветопередачи. Например, по ранее напечатанной работе или пробному отпечатку, одобренному заказчиком. Если цветовые координаты надо изменить, обращаются к функции *Color matching* или *Job lookup table* в окне *Job Properties*;
- проверка работы в целом (пропечатка всех деталей, последовательность страниц, отсутствие «чужих» изображений и т.п.).

3. Печать второго пробного экземпляра и его оценка.

4. Печать тиража.

Если на контрольной панели выбрана команда *Continuous*, то без перерыва печатаются все работы из очереди на печать. Если выбрана команда *Step*, то после окончания печати работы – печать останавливается. Следующая работа переходит в начало очереди, а машина – в статус *Ready* (готова к печати).

Параметры печати.

Это окно позволяет производить редактирование и содержит несколько окон:

General (главная). Позволяет установить и изменять параметры, не связанные с настройкой печати. Например, число копий, подборка листов, двухсторонняя печать, зеркальная печать, поворот изображений.

Color LUT (цветопередача): позволяет изменять цвета за счет изменения кривых приращения тона для основных красок. Имеется набор кривых и возможно создание своей кривой *S %* отпечатка (*S %* цифрового оригинала).

Color Order and Screening (порядок наложения цветов и выбор линиатуры раstra). Можно выбрать линиатуру раstra из числа следующих линиатур: 144, 175, 195 и 230 лин/дюйм.

Для увеличения оптической плотности сепарацию можно напечатать несколько раз.

При переходе к прозрачным материалам изменяют порядок наложения красок с *YMCK* на *KCMY*.

Color Match (подбор цветов). Насыщенность цветов может быть изменена установкой новых значений зональной оптической плотности для 50 % и 100 % точек отдельно для каждой краски/

Image Placement (размещение изображения на листе). Можно изменять положение изображений на листе, производя эту операцию на лицевой и оборотной сторонах согласованно или раздельно.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Ознакомиться с построением и технологическими возможностями машины *HP Indigo Press 1050*.

2. Ознакомиться с подготовкой печатной машины к печати конкретного заказа.

3. Визуально оценить тестовую полосу с тремя линиатурами растра.
4. Оценить влияние линиатуры растра на качество печати.

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Тестовая полоса, содержащей шкалы 7 цветов (СМΥΚ RGB). Текст кеглем 2–10 пунктов, тонкие линии на светлом и темном фоне, тоновые изображения, у которых информационно важные детали находятся, в основном, в светах, тенях, изображения с телесными цветами (портрет), изображения металлических предметов и черно-белое изображение.
2. Измерительная лупа с 10-кратным увеличением.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Теоретические сведения и техническая характеристика изучаемых устройств.
2. Описание визуальной оценки качества изображений.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой вид тонера используется в печатной машине *HP Indigo Press*?
2. Какую роль выполняет жидкость в жидком тонере?
3. Какие существуют особенности печати изображений в данной системе?
4. Каким образом удаляется красящее вещество с пробелов?
5. С какого цилиндра переводится краска на запечатываемый материал?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фентон, Х.М. Основы цифровой печати и печати по требованию / Х.М. Фентон; пер. с англ. М. Бредис. – М.: МГУП, 2004. – 144 с.
2. Стефанов С. Технология цифровой печати / С. Стефанов; под ред. М.Бредиса. – М.: Репроцентр М, 2005. – 48с.: ил.

Практическая работа № 8
**СТРУЙНАЯ ПЕЧАТЬ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА
НА ШИРОКОФОРМАТНЫХ ПРИНТЕРАХ**

1. Цель и задачи работы:

Цель работы:

1. Ознакомиться с широкоформатными фотопринтерами нового поколения, печатающими водными пигментными чернилами на примере принтеров фирмы *HP* серии *Designjet Z*.

2. Сопоставить их по качеству печати с широкоформатным фотопринтером предыдущего поколения *HP Designjet 5500*, печатающим водными чернилами на красителях.

Задачи работы:

1. Ознакомиться с устройством и режимами работы широкоформатного струйного принтера *HP Designjet 5500*.

2. Ознакомиться с устройством и режимами работы широкоформатного фотопринтера *Designjet Z 3200*.

3. Сопоставить по качеству изображения отпечатки, полученные на фотобумаге на принтерах *Designjet 5500*, *Designjet Z 6200* и *Designjet Z 3200*.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Широкоформатные струйные принтеры, предназначенные для печати фотографического качества водными чернилами используют термоструйную, либо пьезоструйную печать. В данной работе изучаются термоструйные принтеры.

Общие сведения о термоструйных печатающих головках

Принтеры получили такое название из-за способа формирования капельных струй в печатающих головках. Печатающие головки содержат один или несколько чипов на общем основании. В принтерах последнего поколения чипы печатающих головок изготавливают методами, используемыми в микроэлектронике на пластинах кремния, поэтому они называются кристаллами. Кристалл включает струйный модуль и управляющую его работой плату или интегральную микросхему. Струйный модуль содержит множество эмиттеров капель – очень маленьких полостей, заполненных чернилами. Каждый эмиттер (рис. 9.1) заканчивается с одной стороны калиброванным отверстием – соплом, из которого вылетают капельные струи.

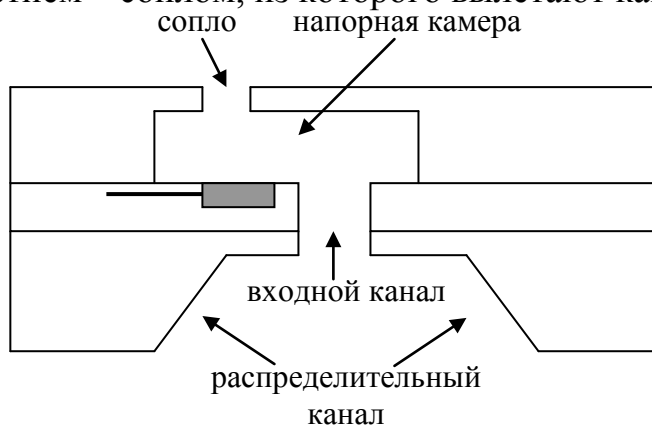


Рис. 9.1. Принципиальная схема термоструйного эмиттера капель

С другой стороны – входным каналом он связан с распределительным каналом, общим для всех эмиттеров кристалла источником чернил. На одной из стенок эмиттера находится тонкая резистивная полоска – нагревательный элемент. Это термоактиватор, на который управляющая плата подает импульсы напряжения. Получив такой импульс, термоактиватор разогревается и нагревает находящиеся около него водные чернила. Образующийся паровой пузырек выталкивает из сопла эмиттера порцию чернил, которая вылетает в виде капли.

Фирма *Hewlett Packard* использует в своих принтерах термоструйный способ печати.

Головки *HP* последнего поколения печатают чернилами двух цветов, поэтому их кристаллы имеют два распределительных канала. Каждый кристалл содержит по 1056 сопел на цвет, расположенных в два ряда по 528 сопел. Сопла второго ряда сдвинуты относительно первого ряда на половину шага. Так обеспечивается разрешение 1200 dpi. Для второго цвета параллельно располагается еще 2 ряда сопел. Печатающие головки *HP* могут содержать один кристалл (ширина печати 22,35 мм) или пять кристаллов (ширина печати 10,8 см). В фотопринтерах используются головки первого типа. Широкие головки нашли применение в цифровых печатных машинах и в некоторых принтерах большого формата.

Печатающая головка (помимо струйных кристаллов) содержит другие структуры, обеспечивающие её нормальную работу. На её боковую поверхность выходят элементы, обеспечивающие электрические межсоединения, порт подачи чернил из резервуара — картриджа и регулятор давления чернил в эмиттерах.

Батарея из вертикально расположенных головок всех цветов помещена на каретке, которая совершает возвратно-поступательное движение поперек печатного материала. Ширина печатаемой двухцветной полосы 0,88 дюйма (22,35 мм). Для расширения полосы печати до 1,7 дюйма (43,2 мм) две головки располагают лесенкой с перекрытием крайних 72 сопел. Общее число головок зависит от количества красок (цветов чернил) и требуемой скорости печати.

Так в скоростном фотопринтере *HP Designjet Z 6200* блок из восьми двухцветных головок (4 ряда по две головки) за одно перемещение печатает полосу 43,2 мм, после чего материал смещается на один шаг, который меньше ширины печатаемой полосы, например в 4 раза. Головка проходит по полоске в несколько (например, 4) проходов. При разных проходах работают разные сопла. Это обеспечивает щадящий режим для эмиттеров и позволяет каждый раз использовать только работоспособные эмиттеры, а также и компенсировать выход из строя отдельных эмиттеров (сопел).

Кроме того так повышается равномерность печати (без полосок) и повышается разрешение и качество печати. Разрешение повышается, за счет попадания в одну точку материала переменного количества капель чернил.

Принтеры *HP Designjet Z*

Принтеры серии *HP Designjet Z* с пигментными чернилами *HP Viverna professional inks* пришли на смену принтерам типа *HP Designjet 130* и *5500*, использующим чернила на красителях. Практически массовый переход рынка широкоформатной фотографической печати на пигментные чернила можно объяснить следующим об-

разом. Пигментные чернила всегда обеспечивали лучшие эксплуатационные характеристики отпечатков — их повышенную устойчивость к свету, воде и озону, однако они имели значительно меньший цветовой охват, чем чернила на красителях.

Кроме того, они были менее устойчивы при хранении и чаще вызывали забивание сопел печатающей головки. Последние годы ознаменовались значительными достижениями в области пигментных чернил и решением указанных выше проблем:

- уменьшился размер частиц пигмента (с 200 до 100 нм и ниже), что улучшило цветовой охват чернил;
- были найдены пигменты с лучшими спектральными характеристиками, в частности, повысилась чистота и яркость цвета пурпурного пигмента (в названии комплекта чернил появились слова *Утс! Маşеп!а*);
- научились модифицировать поверхность пигментов, в том числе одевать частицы в полимерную оболочку, что повысило стабильность пигментных чернил.

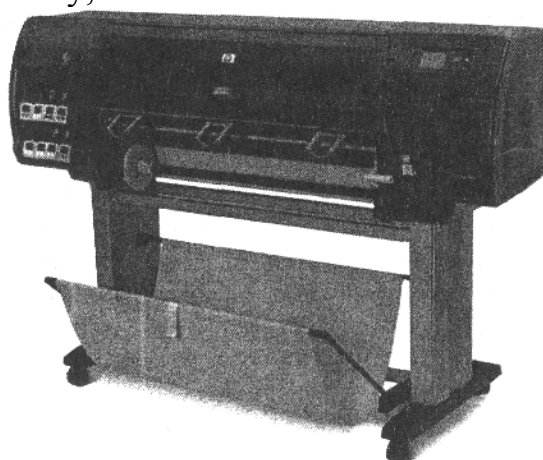


Рис. 9.2. Принтер *HP Designjet Z 6200*

Улучшилась также работа самих принтеров. Принтеры серии *HP Designjet Z* имеют встроенный спектрофотометр, что способствует стабильности цветовоспроизведения. Их разрешение печати составляет 1200×1200 dpi в стандартном режиме и 2400×1200 — в режиме фотографического качества.

В комплект входят чернила 8–11 цветов. Чернила, различаются по цветовому тону, насыщенности и яркости и подобраны таким образом, чтобы обеспечить фотографическое качество изображений и большой срок эксплуатации отпечатков.

Объем капель чернил, как и вообще в термоструйной печати, в принтерах *Designjet Z*, постоянный для каждой головки. Для чернил цветов *Cyan*, *Magenta*, *Yellow* и для матовых черных чернил объем капель составляет 6 пл, а для черных чернил «фото» и светлых чернил всех цветов — 4 пл. Переменное количество чернил, попадающих в каждую точку, обеспечивается переменным количеством капель.

Принтерами последнего поколения являются модели *Z 3200* и *Z 6200*. Наилучшее качество печати обеспечивает принтер *HP Designjet Z 3200*, а наивысшую скорость печати — принтер *HP Designjet Z 6200*. Каждая модель принтера имеет несколько конфигураций с разной шириной печати, которая указывается в названии принтера, например, *HP Designjet Z 6200 60-in* (ширина печати 60 дюймов, или 1524 мм) и *HP Designjet Z 6200 44-in* (ширина печати 44 дюйма, или 1067 мм).

Принтер *HP Designjet Z 3200* предназначен для печати фотографических и художественных работ, а также для цветопробы. Принтер печатает чернилами 11 цветов плюс оптимизатор глянца. В комплект входят чернила цветов CMYK плюс светлые пурпурные и голубые чернила, чернила красные и зеленые, серые и светлосерые чернила, а также матовый черный. Оптимизатор глянца (бесцветные чернила), выравнивает глянец по всему отпечатку.

Технология *HP Dream Color* и встроенный спектрофотометр обеспечивают стабильность и точность цветопередачи. Возможна печать на большом ассортименте бумаг и дистанционное управление печатью.

Принтер *HP Designjet Z 6200* печатает чернилами 8 цветов, в комплект входят 5 хроматических цветов (красного, пурпурного, светло-пурпурного, светло-голубого и желтого) и три ахроматических цвета (чернила матовые черные, черные «фото» и светло-серые). Блок печатающих головок печатает цветную полосу шириной около 4,5 см в 4 прохода. Чернила 8 цветов поступают в головки из 8 картриджей объемом 775 мл. Максимальная скорость печати в принтере на бумаге с покрытием равна 128,5 м²/час, а в режиме фото на глянцевой бумаге — 13,1 м²/час.

Диагностика работоспособности сопел в принтерах нового поколения производится автоматически (через каждые 5 отпечатков и в спящем режиме принтера). При обнаружении неисправности сопла автоматически промываются, а если это не помогает, производится компенсация путем использования соседних сопел (во время одного из проходов) вместо неисправного сопла. Так обеспечивается стабильность печати и продлевается жизнь печатающей головки.

Для принтеров серии *Designjet Z* разработан растровый процессор *GMG Colorproof* (хотя они могут работать и с другими *RIP*). Процессор производит помимо растрирования подборку цветов и периодическую автоматическую цветовую калибровку принтера. Управление печатью может производиться дистанционно.

Бумага для печати фотографического качества

Качество печати в значительной степени зависит от используемой бумаги. Фотографическое качество можно получить только на специальной бумаге с покрытием, которую часто называют фотобумагой для струйной печати.

Рассмотрим роль покрытия в повышении качества печати. Бумага имеет поры, в которые впитываются чернила в момент их попадания на поверхность. Впитывание чернил необходимо для их быстрого высыхания в процессе печати. Однако при этом чернила растекаются (точка теряет четкие края) и часть красящего вещества уходит внутрь бумаги. Это особенно относится к чернилам на красителях, но и пигментные чернила проникают в крупные поры. Так как бумага рассеивает свет, попавшие в ее толщу чернила не видны с поверхности: отпечаток тускнеет. Кроме того, на плашках большой площади чернила могут проникнуть на обратную сторону листа. Для решения проблемы на бумагу наносят специальные тонкие покрытия, предназначенные для задерживания чернил. Если покрытие прозрачно, то впитавшиеся в него чернила видны с поверхности, и изображение сохраняет яркие насыщенные цвета.

Существуют два типа покрытий: микропористые и набухающие покрытия. Микропористые слои представляют дисперсию неорганических частиц в полимере (рис. 9.3). Это могут быть окислы кремния, алюминия и карбонат кальция. Их свойства зависят от размера и формы частиц и от пористости слоя. Непрозрачные пористые покрытия используют для презентаций и графических работ при печати пигментными чернилами. Покрытия с мелкими частицами и узкими порами (их часто называют нанопористыми) в наилучшей степени подходят для печати изображений фотографического качества. Они обладают прозрачностью и хорошими впитывающими способностями и пригодны для печати обоими видами водных чернил.

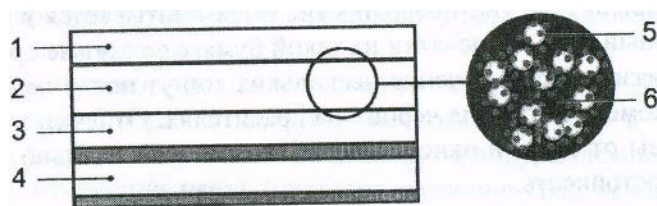


Рис. 9.3. Схема фотобумаги с микропористым покрытием: 1 — полимерный слой; 2 — микропористый слой, удерживающий чернила; 3 — слой, придающий белизну; 4 — основа с полиэтиленовым покрытием; 5 — неорганические частицы; 6 — микропоры

«Фотобумага» с нанопористым покрытием состоит из бумажной основы и нескольких слоев покрытия. У основы находится двухслойное полимерное покрытие с диспергированными в нем неорганическими частицами. Сверху расположен пористый защитный керамический слой. Чернила, попадая на бумагу, проходят в более крупные поры защитного слоя и закрепляются в нанопорах.

Такие материалы обеспечивают практически моментальное высыхание чернил. При использовании красителей отпечатки имеют высокую водостойкость, но они не защищают красители изображения от воздействия газов атмосферы. Водостойкость отпечатков определяется тем, что и вода впитывается в нижний слой покрытия. Верхний керамический слой защищает изображение от смывания водой и истирания.

Проблема получения отпечатков фотографического качества пигментными чернилами на материалах этого типа заключается в том, что красочная пленка остается на поверхности. Защитный слой задерживает частицы пигмента, в то время, как остальная часть чернил впитывается внутрь. В результате изображение имеет неравномерный глянец. Для выравнивания глянца возможно запечатывание участков светов и участков, свободных от изображения, «бесцветной» краской.

«Фотобумага» с полимерным покрытием имеет на поверхности бумажной основы, покрытой полиэтиленовой пленкой, два полимерных слоя, набухающих в воде, с толщиной около 20 мкм.

Чернила, попадая на бумагу, взаимодействуют с верхним слоем, который задерживает краситель в своей толще, а пигментную красочную пленку — на поверхности. Вода впитывается в нижний полимерный слой. Отпечатки на такой бумаге сохнут не сразу, они могут смазываться в течение нескольких минут после печати.

Бумаги рекомендуются для чернил на красителях. Отпечатки хорошо защищены от света и окисления, но имеют относительно невысокую водостойкость.

В настоящее время разрабатываются специальные бумаги для печати пигментными чернилами. Примером является бумага *HP Advanced Photo Paper* с керамическим защитным покрытием и нанопористым слоем.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Ознакомиться с построением и технологическими возможностями печатных машин на базе издательства ТулГУ.

2. Провести визуальную оценку качества изображения на тестовой полосе.

3. Дополнительно оценить водостойкость отпечатков. Для этого на выбранном образце измерить оптическую плотность. Опустить отпечатки на 20 минут в воду, подсушить при комнатной температуре и определить изменение цвета повторным измерением оптической плотности.

4. Определить устойчивость отпечатков к истиранию влажной и сухой лабораторной губкой.

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Демонстрационные материалы по широкоформатному принтеру *HP Designjet*.

2. Отпечаток тестовой полосы, содержащей шкалы 7 цветов (CMYK RGB). Текст кеглем 2–10 пунктов, тонкие линии на светлом и темном фоне, тоновые изображения, у которых информационно важные детали находятся, в основном, в светах, тенях, изображения с телесными цветами (портрет), изображения металлических предметов и черно-белое изображение.

3. Измерительная лупа с 10-кратным увеличением.

4. Вода.

5. Лабораторная губка.

6. Фотобумага и бумага с покрытием.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Описание технических характеристик принтера.

2. Результаты визуальной оценки с помощью лупы.

3. Оценка водостойкости и устойчивости отпечатков.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Предназначение широкоформатных струйных принтеров.

2. По какой причине сдвинуты сопла в рядах?

3. Какие разработки улучшили эксплуатационные характеристики.

4. Как меняется скорость печати при использовании разных бумаг: бумаги с покрытием и в режиме фото на глянцевой бумаге?

5. Как влияет наличие пор на поверхности бумаги на скорость бумаги?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Толивер-Нигро, Х. Технологии печати: учеб. пособие для вузов / Х. Толивер-Нигро; пер. с англ. Н. Романова. – М.: ПРИНТ-МЕДИА центр, 2006. – 232 с.: ил.
2. Джонсон, Johnson Н. Секреты цифровой печати: руководство по выводу высококачественной цифровой графики для фотографов и художников / Г. Джонсон; пер. с англ. и ред. Е.Л. Полонской. – М.; СПб., Киев: Вильямс, 2005. – 408с.

Практическая работа № 12
ПЕЧАТЬ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ НАРУЖНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

1. Цель и задачи работы:

Цель работы: ознакомиться с устройством и режимами работы принтера *HP Designjet 500 Plus*; изучить качество печати на различных материалах чернилами различного типа и сопоставить свойства отпечатков, полученных указанными выше чернилами.

Задачи работы: получить тестовые полосы, сопоставить качество печати и изучить стойкость отпечатков к истиранию.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Струйная печать широко используется для изготовления продукции для наружной рекламы, которая должна быть устойчивой к атмосферным воздействиям, в том числе к воде и УФ-излучению. Устойчивым должен быть печатный материал и само изображение. В настоящее время широкое применение находят виниловые материалы (материалы на основе поливинилхлорида) и материалы с виниловым покрытием. В принтерах, печатающих продукцию для наружного использования, широко применяют сольвентные чернила, которые не являются безопасными для операторов и окружающей среды из-за содержащихся в них органических растворителей. В последние годы проводится интенсивная работа по созданию водных чернил, дающих водопропрочные отпечатки на виниловых материалах. На рынке имеются два вида таких чернил: латексные чернила фирмы *Hewlett-Packard* и чернила *Sepiax Aquareas* фирмы *SEPIAX Ink Technology*. Латексными чернилами печатают на широкоформатных термоструйных принтерах *Hewlett-Packard*, а чернила *Sepiax* пригодны для пьезоструйных принтеров, например, сольвентных с печатающими головками *Epson*. Приведем краткие сведения о виниловых материалах, чернилах и принтерах.

Виниловые материалы

Виниловые материалы изготовлены из поливинилхлорида (винила). Основными из них являются самоклеящиеся виниловые пленки и баннерные ткани.

Пленки могут быть непрозрачными и полупрозрачными. Реклама на непрозрачной пленке наклеивается на непрозрачные поверхности. Такая пленка пигментирована – она имеет белый цвет. Пример непрозрачной пленки для продукции со средним сроком эксплуатации – белая пленка *Orajet 3551* немецкой фирмы *Orafol*. Она имеет в качестве временного носителя силиконовую бумагу с полиэтиленовым покрытием.

Пример полупрозрачной виниловой пленки, предназначенной для рекламы с подсветкой, например световых коробов, – самоклеящаяся пленка *Orajet 3850*.

Баннерная ткань представляет собой поливинилхлоридное (виниловое) полотно, армированное полиэфирной сеткой. Баннерная ткань может быть ламинированной или литой.

В первом случае на синтетическую сетку наносят с одной или двух сторон слой поливинилхлорида.

В литой баннерной ткани сетка находится внутри винилового полотна (сетка залита поливинилхлоридом). Литая ткань отличается от ламинированной большей прочностью и эластичностью, но она дороже. В состав поливинилхлоридной пленки могут входить различные добавки, улучшающие рабочие свойства, например устойчивость к возгоранию.

Имеются три вида баннерных тканей:

- Баннерная ткань *Frontlit* – белая. Она предназначена для рассматривания при подсветке со стороны изображения. Используется для панно, рекламных щитов и оформления торговых и выставочных площадей. На литом баннере можно получить печатную продукцию высокого качества для долгосрочной эксплуатации. На ламинированной ткани качество продукции несколько хуже и эксплуатация может быть только краткосрочной.

- Баннерная ткань *Backlit* – полупрозрачная и рассеивает свет (для равномерности подсветки). Печатные изделия на этой ткани предназначены для рассматривания на просвет, при этом в светлое время суток изображение видно и без подсветки.

- Баннерная ткань *Blockout* предназначена для двухсторонней печати. Чтобы поливинилхлоридное полотно не пропускало свет, оно имеет внутренний слой черного цвета. Поверхность с обеих сторон белая. Материал предназначен для двухсторонней рекламы и изготовления растяжек и выставочных декораций.

Во всех случаях литая ткань имеет лучшее качество, чем ламинированная.

Чернила

В настоящее время для печати на виниловых материалах используют сольвентные чернила, УФ-отверждаемые чернила и новые виды водных чернил (латексные и *Seriax*).

Сольвентные чернила

В состав сольвентных чернил входят:

1. Сольвент (растворитель), обычно это система из двух или более органических растворителей. Растворителя в чернилах более 80 % и от него, в основном, зависят свойства чернил и их стоимость;

2. Полимер, он выполняет две функции. Во-первых, он стабилизирует чернила (коллоидный раствор пигмента в растворителе) и определяет вязкость чернил, во-вторых, образует красочную пленку на поверхности материала;

3. Пигмент, от него зависят цвета изображения на отпечатке и некоторые свойства отпечатка, например, светостойкость;

4. Добавки, они улучшают эксплуатационные свойства чернил.

Важную роль в чернилах играет сольвент (органический растворитель). По массе это основной компонент чернил. Растворителя много потому, что он должен обеспечить достаточно низкую, для пьезоструйной печати, вязкость чернил. При попадании чернил на материал, растворитель смачивает материал и подтравливает его. Затем растворитель испаряется, оставляя на материале окрашенную полимерную пленку. Для облегчения испарения печатный материал нагревается.

Используемые в современных принтерах сольвентные чернила делят на три группы, различающиеся системой растворителей. Чернила, кроме растворителей,

обеспечивающих формирование красочной пленки, могут содержать жидкий компонент, реагирующий с виниловым материалом. В основном, это циклогексанон. Он подтравливает поверхность материала, в результате чего увеличивается адгезия красочной пленки к поверхности материала. Отпечаток становится устойчивее к внешним воздействиям. Однако циклогексанон – самый токсичный элемент чернил, его количество в чернилах определяет тип сольвентных чернил.

Жесткие сольвентные чернила содержат циклогексанон в количестве >10 % от общего веса смеси растворителей. *Чернила с низким содержанием сольвента* имеют в своем составе мало циклогексанона (около 4 %). Чернила такого типа могут иметь другие названия, например, «мягкие сольвентные чернила». Чернилами, содержащими циклогексанон, можно печатать на виниловых материалах без покрытия. Однако их нельзя использовать без системы вытяжной вентиляции, а отпечатки запрещается вывешивать в помещении.

К третьей группе относятся *эко-сольвентные чернила*, в них циклогексанона нет. Растворители, входящие в чернила этой группы, имеют относительно высокую температуру кипения, они испаряются только при нагреве. Эко-сольвентные чернила считаются менее токсичными, некоторые их виды почти не имеют запаха.

Эко-сольвентные чернила дают красочные пленки с пониженной адгезией, она несколько увеличивается за счет нагрева зоны печати. Еще лучше печатать такими чернилами на материалах с покрытием. Оно может либо впитывать чернила за счет набухания, либо покрытие имеет микропоры, в которые проникают чернила. Покрытие увеличивает стоимость материала.

Следует понимать, что полностью безвредных сольвентных чернил не бывает, поэтому пары эко-сольвентных чернил должны выводиться из помещения. Возможность вредного воздействия конкретных растворителей на здоровье операторов указывается изготовителем чернил в паспортах безопасности. В них приводится состав чернил (без точного указания концентраций), даются токсикологическая и экологическая информация о компонентах чернил и указания, как надо обращаться с чернилами.

Для сольвентной печати используют комплекты чернил 4 и 6 цветов. Появились принтеры, обеспечивающие печать почти фотографического качества чернилами 8 цветов. Таков комплект чернил *Epson UltraChrome GS*, где к традиционному 6-цветному комплекту чернил добавлены оранжевые и зеленые чернила.

Чернила на водной основе

В настоящее время ведутся интенсивные работы по замене сольвентных чернил менее вредными композициями. Практическое применение нашли латексные чернила (*Hewlett–Packard*) и чернила *Sepiax*.

Латексные чернила представляют собой водную дисперсию пигмента и гидрофобного полимера. Гидрофобный полимер вводится в чернила в виде латекса с размером полимерных частиц около 200 нм. Частицы пигмента одеты в оболочку, которая в водной среде имеет отрицательный заряд. Чернила также содержат около 30 % органических растворителей. Их назначение – замедлять высыхание чернил в соплах, повышать смачивание поверхности непористого печатного материала и обеспечивать образование равномерной красочной пленки.

Поверхность материала при печати нагревается до температуры около 100 °С, при этом происходит испарение воды, и в красочной пленке остаются полимер, пигмент и органические растворители. Далее материал поступает в зону сушки, где также обеспечивается нагрев, но до меньшей температуры. Растворители испаряются, оставляя на поверхности материала гидрофобную пленку, в которой равномерно распределены частицы пигмента. Отпечатки на всех материалах получаются водопрочными.

По данным фирмы-изготовителя чернила *Sepiax* содержат 50 % воды. Остальное – растворители, гидрофильный полимер и пигмент в полимерной оболочке. По заявлению фирмы-изготовителя растворители по токсичности аналогичны входящим в традиционные водные чернила для офисных принтеров.

При печати предусматривается нагревание печатного материала до температуры около 55 °С, в результате чего испаряется вода и часть растворителей. Отпечаток становится сухим на ощупь, и для завершения процесса отверждения дополнительного нагрева не требуется.

О составе чернил точных данных в литературе нет. Предположительно, полимер содержит кислотную группу, например карбоксильную, нейтрализованную амином. Образующаяся солевая группа придает полимеру растворимость в воде. При нагреве амин отщепляется и удаляется из чернил. Образующаяся кислотная группа уже неспособна к смачиванию водой и полимер теряет гидрофильность. Затем удаляются растворители, образуется устойчивая к воде пленка, содержащая в себе частицы пигмента.

Принтеры

Сольвентные принтеры

Сольвентными называют принтеры, печатающие сольвентными чернилами. Они обычно имеют большую ширину печати (от метра до 5 м). Как правило, для печати изобразительной продукции (плакатов, рекламы и т.п.) используют принтеры шириной 1,5–3,2 м. Сольвентные принтеры имеют пьезоструйные печатающие головки фирм *Epson*, *Haar*, *Spectra* и др.

В виду того, что продукция обычно рассматривается с большого расстояния, высокого физического разрешения не требуется. Однако в последние годы к качеству печатной продукции сольвентных принтеров предъявляются все более жесткие требования. Печать с качеством близким к фотографическому стала возможной за счет использования режима серой шкалы (печать каплями переменных размеров) при введении в комплект чернил дополнительных цветов (светлых пурпурных и голубых, оранжевых и зеленых).

Блок печатающих головок содержит головки всех цветов, расположенные друг за другом. Если головка печатает чернилами одного цвета, то число головок равно числу цветов чернил. Головка может печатать чернилами двух и четырех цветов, тогда головок соответственно меньше.

Сольвентные принтеры большие, поэтому важна скорость печати. За скорость печати отвечает частота выброса капель из сопел головки, плотность сопел и ширина печати. Если частота выброса капель мала, устанавливают две одинаковых головки на цвет одна за другой.

Печать идет полосками, ширина которых определяется рабочей шириной печатающих головок, устанавливаемых на каретке вертикально – перпендикулярно направлению движения бумаги. Чтобы увеличить ширину полосы, несколько (например, три) головок устанавливается в ряд (например, лесенкой) с перекрытием крайних сопел соседних головок.

Чтобы на изображении не появлялись горизонтальные полосы, принимают меры:

1. Печать проводится в несколько проходов. После каждого прохода бумага смещается на расстояние равное ширине полосы, деленной на число проходов. При этом решается проблема со скоростью выброса капель и с выходом из строя отдельных сопел. На каждый участок материала чернила наносятся столько раз, во сколько проходов идет печать. Качество печати повышается, но скорость уменьшается. Например, печать в восемь проходов требует в два раза больше времени, чем печать в четыре прохода. При этом печать может происходить при перемещении блока головок в одном направлении, либо при прямом и возвратном движении головок.

2. Печатные головки для разных чернил расположены так, что их край образует не прямую линию, а дугу. Тогда край полосы образует полосу с плавным переходом цветов, и полосатость становится менее заметной.

3. Крайние сопла следующих друг за другом головок печатают не прямую, а зигзагообразную линию (технология *Xerox* в принтере *Xerox 8254E*). Полоска не имеет резко очерченных краев.

Скорость печати сдерживается скоростью испарения растворителей чернил, поэтому в широкоформатных принтерах предусмотрен нагрев печатного материала (рабочего стола) до 30-50° С в трех зонах – перед печатью, в зоне печати и после печати. Позиции, в которых возможен нагрев, показаны на рис.1 для принтера *Soljet Pro III*.



Рис. 1. Система нагрева принтера *Soljet Pro III*

Испарение растворителей из сопел может привести к их засорению и выходу из строя. В принтере предусмотрена зона сервисного обслуживания печатающих головок, где они промываются чернилами, либо растворителем. При остановке принтера сопла надо закрыть. Это происходит в зоне парковки принтера.

Сольвентные принтеры, в основном, рулонные. Печать может производиться с рулона на рулон, но в принтере есть нож для разрезания печатной продукции на листы.

Большие форматы и большие объем сольвентной печати требуют картриджей с чернилами больших объемов. Они составляют от 400 мл до литра (и более), что зависит от размера принтера. Для небольших принтеров (ширина 610 мм) картриджи

могут быть меньше (200 мл). Картриджи располагают в стенке принтера, чернила подаются в печатающие головки компрессорной системой по шлангам (трубопроводам). Для замены картриджа печать можно не прерывать, если в магистральных остается достаточное количество чернил. Таковы системы непрерывной подачи чернил. Они имеются во многих сольвентных принтерах.

Латексные принтеры

В настоящее время на рынке имеется несколько моделей широкоформатных принтеров для печати латексными чернилами. Это принтер *HP Designjet 500 Plus*, выпускаемый в виде двух моделей – 42 и 60 дюймов (максимальная ширина рулона 106,7 см и 152,4 см), *HP Scitex LX 600* (ширина печати 2,6 м) и *HP Scitex LX 850* (3,2 м). Во всех этих принтерах используется термоструйная печать и печатающие головки последнего поколения, но головки разные. В принтере *HP Designjet 500 Plus* работают головки шириной 0,88 дюйма, а в остальных – используют головки шириной 4,25 дюймов (10,8 см).

В принтере *HP Designjet 500 Plus* шесть печатающих головок шириной 0,88 дюйма расположены по две в ряд (лесенкой с перекрытием крайних сопел), что обеспечивает ширину печати 4,5 см (1,7 дюйма). Каждая головка содержит один струйный кристалл, имеющий каналы для чернил двух цветов: желтого/черного, голубого/светло-голубого, светло-пурпурного/пурпурного. Для чернил каждого цвета в головке имеется по два ряда сопел с общим разрешением 1200 фп. Размер капель 12 пл. Картриджи с чернилами отдельные и имеют объем 775 мл.

Печать проводится в несколько проходов (от 4 до 18). С увеличением числа проходов качество отпечатка улучшается, а скорость печати понижается. Самое маленькое число проходов, 4, дает скорость печати 22,8 кв.м в час. Нагрев материала в зоне печати (80–100° С) сочетается с принудительной вентиляцией. Вода испаряется, и начинает формироваться красочная пленка. Сушка продолжается при более низкой температуре, формирование пленки завершается на выходе изображения из зоны печати. Отпечаток выходит из принтера совершенно сухой. Обслуживание и проверка печатающих головок производится в автоматическом режиме.

Для печати чернилами Зергах могут быть использованы пьезоструйные принтеры с печатающими головками *Epson*, например, сольвентные принтеры, обеспечивающие нагрев зоны печати до соответствующей температуры (55 °С).

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Ознакомиться со строением и работой принтера *HP Designjet 500 Plus*.
2. Получить отпечатки тестовой полосы на заданном виниловом печатном материале в рекомендованном режиме.
3. Получить отпечатки тестовой полосы чернилами *Seripax Aquarex* и экосольвентными чернилами на виниловом материале того же типа.
4. Произвести сравнительную экспертную оценку качества изображений.
5. Дополнительно провести испытание на устойчивость отпечатков к внешним воздействиям: к влажному и сухому истиранию с использованием лабораторной губки.

4. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЬНО–ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Демонстрационные материалы по широкоформатному принтеру *HP Design-jet*, в том числе схема принтера и режимы печати (материалы издательства ТулГУ).
2. Отпечаток тестовой полосы, содержащей шкалы 7 цветов (СМΥК RGB). Текст кеглем 2–10 пунктов, тонкие линии на светлом и темном фоне, тоновые изображения, у которых информационно важные детали находятся, в основном, в светах, тенях, изображения с телесными цветами (портрет), изображения металлических предметов и черно-белое изображение.
3. Измерительная лупа с 10-кратным увеличением.
4. Вода.
5. Лабораторная губка.
6. Бумага с покрытием и невпитывающие материалы (винил, латекс) для печати (материалы издательства ТулГУ).

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Описание технических характеристик принтера.
2. Результаты визуальной оценки с помощью лупы.
3. Оценка отпечатков к истиранию.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие материалы используются для печати, предназначенной для наружного применения?
2. Какие основные вещества входят в состав чернил?
3. Какую функцию в чернилах выполняет полимер?
4. Что представляют собой сольвентные принтеры?
5. Как устанавливаются печатающие головки по отношению к направлению движения бумажного полотна?

7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Толивер-Нигро, Х. Технологии печати: учеб. пособие для вузов / Х. Толивер-Нигро; пер. с англ. Н. Романова. – М.: ПРИНТ-МЕДИА центр, 2016. – 232 с.: ил.
2. Джонсон, Johnson Н. Секреты цифровой печати: руководство по выводу высококачественной цифровой графики для фотографов и художников / Г. Джонсон; пер. с англ. и ред. Е.Л. Полонской. – М.; СПб., Киев: Вильямс, 2017. – 408с.