

Цель работы — разработать основы заданных параметров и допусков для цифровых печатных систем и систем прямого формирования изображения. Результаты работы позволят определить критерии качества для оценки цифровых печатных систем, подобные критериям, существующим для приемки обычных печатных машин.

Материалы статьи представлены в научно-исследовательском отчете Общества FOGRA: Mitteilungen. 55. Jahrgang: FOGRA, Dezember 2004, № 163. Forschungsgesellschaft Druck, № 32.134, Munchen: FOGRA, Oktober 2004, Forschungsbericht.

Исследования проводились на электрофотографических печатных системах, так как только они имеют самую высокую степень обработки среди цифровых печатных систем, используемых для тиражной печати.

Для форматов печати DIN A3 и 50 x 70 см составлялись цифровые тестовые формы, которые записывались на CD-ROM и предоставлялись в распоряжение фирм. Печать производилась на мелованной и немелованной бумаге. Участие в испытаниях принимали производители цифровых печатных систем и систем прямого формирования изображения, а также типографии, использующие эти системы в своем производственном процессе.

Введение

Заказчиков цифровых оттисков привлекают гибкость и быстрота производства печатной продукции, а также качество, которое ориентировано на обычные печатные системы. В то время как для офсетной, газетной, бесконечной и трафаретной печати стандарты качества уже определены Федеральным союзом печати и средств информации или национальными и международными нормами, для многокрасочной цифровой печати пока не существует соответствующих параметров качества.

Задача работы состояла в том, чтобы посредством проведения опытной печати на цифровых печатных системах создать основу для создания критериев качества цифровой печати. Полученные таким образом результаты должны быть включены в нормы или стандарты качества. К сотрудничеству привлекались типографии, которые производят продукцию на цифровых печатных системах.

Когда речь идет о цифровой печати, то часто не делается разграничения между цифровой печатью и системой для прямого формирования изображения. Признаком цифровых печатных систем является отсутствие перманентной печатной формы. Так, в нашем исследовании электрофотографических печатных систем после каждого процесса печати изображение удалялось с печатной формы, печатный цилиндр очищался, а затем на нем формировалось новое изображение.

При работе на системах прямого формирования изображения этого не происходит. Аналогично обычным офсетным машинам, каждый печатный аппарат оснащен экспонирующим устройством с компьютерным управлением. В качестве печатных форм служат специальные алюминиевые печатные пластины или чувствительная к излучению пленка, которая экспонируется в печатной машине. Затем производится печать малых и средних тиражей офсетным способом с увлажнением и без увлажнения.

Планирование опытов

Тестовые формы и тестовые элементы

Для оценки цифровых печатных систем было необходимо разработать тестовые формы для проведения измерений важнейших критериев качества при помощи измерительной техники. Тестовые формы были изготовлены в форматах 29,7 x 42 и 50 x 70 см. На рис. 1-6 показаны тестовые формы. Важными компонентами тестовых форм являются такие же цифровые контрольные элементы, как и шкала Ugra/FOGRA для цифровой печати, клин CMYK Ugra/FOGRA и контрольная полоса для цифровой печати Ugra/FOGRA, разработанные в институте FOGRA. «Элементы приводки Luchs» SID, расположенные в углах тестовых форм, позволяют произвести быструю оценку отклонений в приводке с компьютерной поддержкой. Участки, на которых изображено ослабление тонов, и таблицы оттенков с градациями тонов основных цветов дают информацию о цветовом охвате, увеличении тона и о возможных различиях тоновых градаций на печатном листе.

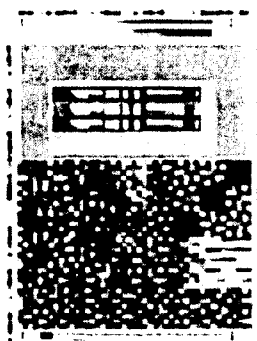


Рис. 1. Тестовая форма 1 формата DIN A3

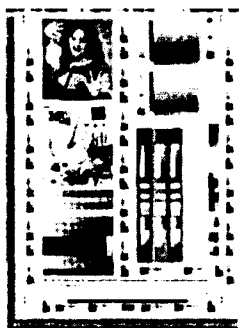


Рис. 2. Тестовая форма 2 формата DIN A3

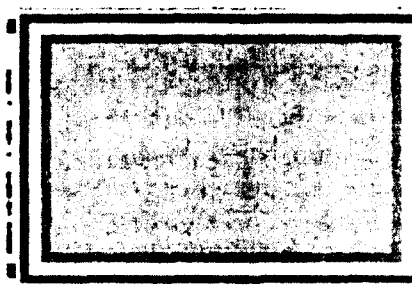


Рис. 3. Тестовая форма 3 формата DIN A3

Градационные колебания тонов в рамках формата и тиража могут определяться с помощью тестовых форм, изображенных на рис. 2 и 5. Характеристическая мира ЕС1-2002 на тестовой форме 1 и таблица оттенков, находящаяся под изображениями на тестовой форме 2 (рис. 2), дают возможность точного колориметрического определения цветового пространства оттисков. Тестовые формы для оценки полошения на оттиске (рис. 3 и 6) аналогичны образцу тестовой формы, описанной в Руководстве по технической приемке листовых офсетных машин. Тестовая форма на рис. 4 служит для определения светостойкости оттисков и сцепления тонера и запечатываемого материала.

Проведение опытов

Тестовые формы должны отпечатываться на мелованной и немелованной бумаге. Некоторые производители систем для цифровой печати требуют для печатания на своих системах специально сертифицированной бумаги и гарантируют хорошее качество печати только на этой бумаге. Поэтому фирмы получают информацию о том, какая мелованная и немелованная бумага может использоваться для опытной печати.

При проведении опытной печати должна использоваться растровая частота 60 см⁻¹. Если производителем систем установлена другая стандартная растровая частота, то оттиски должны изготавливаться при использовании заданной растровой частоты. При регулировке окрашивания заливного тона типографии могут использовать обычную стандартную регулировку или ориентироваться на стандарты для окрашивания, предоставленные Федеральным союзом полиграфистов.

Измерительные приборы и условия проведения измерений

Колориметрическая и денситометрическая оценка оттисков производилась с помощью спектрофотометров, образцы печати, предназначенные для измерений, лежали на черном фоне. Для оценки отклонений в приводке использовался прибор для измерений приводки Luchs (SID). При помощи электронного прибора для измерения длины «электронная линейка» измерялись отступы печатного изображения от кромок бумаги. Для определения приводки изображения, разрешения устройства для формирования изображения, охвата тоновых градаций и различий ступеней градационной шкалы было достаточно лупы с 10-кратным увеличением. Тесты на светостойкость проводились при помощи Xenotest ALPHA LM (фирма Atlas). Прилипание тонера к запечатываемому материалу проверялось с помощью прибора WIKAT для проверки прочности на истирание и карбонизации.

Критерии качества

При выборе исследуемых показателей качества критерии, хорошо зарекомендовавшие себя для характеристики традиционных способов печати, были дополнены показателями, играющими большую роль для цифровой печати. К ним относятся: возможное разрешение при формировании изображения на печатной форме, равномерность отказов печати по формату и тиражу, а также светостойкость и прилипание тонера к запечатываемому материалу.



Рис. 4. Тестовая форма 4 формата DIN A3

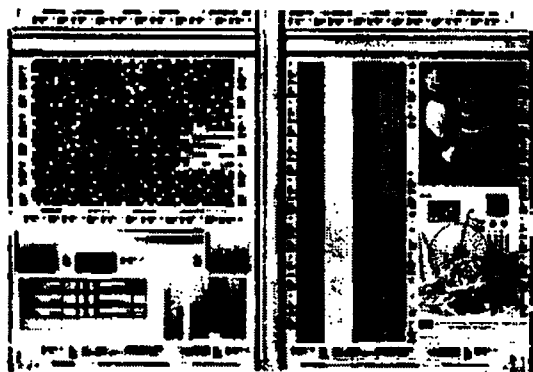


Рис. 5 Тестовая форма 1 формата 50 x 70 см

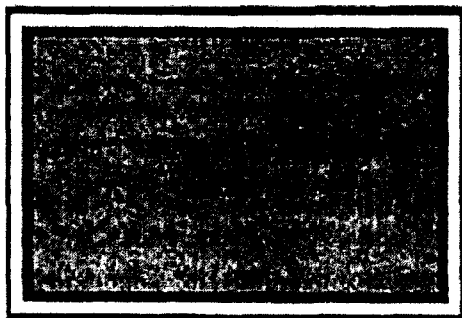


Рис. 6. Тестовая форма 2 формата 50 x 70 см

В итоге исследовались следующие параметры качества:

- разрешение печатных форм;
- цветовой охват на оттиске;
- различия тоновых градаций;
- колориметрические и денситометрические отклонения в формате и тираже;
- точность приводки в направлении движения бумаги в машине и в направлении, поперечном к нему, приводка при двусторонней печати;
- полошение на растровых поверхностях;
- графические характеристики печати;
- репродуцируемость результата печати;
- цветовой охват, соответствие тонов и увеличение тоновых градаций DIN ISO 12647-2;
- прилипание краски к запечатываемому материалу, светостойкость.

Цифровые печатные системы

Обзор исследуемых систем

Ниже перечислены цифровые печатные системы, которые исследовались в рамках данной работы:

- NexPress 2100 (3 фирмы);
- Oсе CPS900;
- Xerox Docucolor 12;
- Xerox Docucolor 6060;
- Hp indigo press 3000.

Результаты испытаний

Результаты опытов, представленные в следующих разделах, не распределяются по отдельным печатным системам, так как в конце исследования указаны рекомендации, относящиеся ко всем системам.

Разрешение

Определение разрешения комбинации «экспонирующая система/печатная форма» производилось при помощи контрольных полей шкалы цифровой печати Ugra/FOGRA. При помощи файла eps шкалы цифровой печати из библиотеки PostScript устройства вывода или дистиллер производился опрос его названия и разрешения в dpi и индикация в информационном поле на левой стороне шкалы цифровой печати. Поле разрешения, находящееся справа от информационного поля, показывает, сможет ли печатная система обеспечить требуемое разрешение.

При проведении опытов, при которых файлы в форматах InDesign или QuarkXPress тестовых форм были преобразованы в файл PDF посредством дистиллера, некоторыми фирмами было установлено более высокое разрешение дистиллера, чем может воспроизвести используемая печатная система в соответствии с представленными ее механическими характеристиками. Такой подход привел к дефектам и неполадкам на линейных полях шкалы цифровой печати Ugra/FOGRA. Кроме того, индикация поля разрешения не совпадала с разрешением, установленным в дистиллере и указанным в информационном поле.

При проведении опытов, при которых опрашиваемое разрешение на шкале цифровой печати было идентично разрешению печатной системы, поле разрешения также показывало это значение. Однако у некоторых систем наблюдалась зависимость от направления линейной индикации.

Цветовой охват

Определение цветового охвата оттисков производилось при помощи клинов ослабления тонов. В качестве предела в диапазоне высоких светов тоновой градации, при которой растровые точки образуют равномерную поверхность по всей ширине клина, верхним пределом была тоновая градация, при которой по всей ширине клина ослабления тонов растр был открытым.

Для предела передачи высоких светов решающее значение для цифровых оттисков имели применяемые краски и запечатываемые материалы. Например, на 60% оттисков на мелованной бумаге тоновая градация составляла 3%, а на немелованной — только на 5% оттисков. Тоновая градация в 5% была чисто воспроизведена почти на всех видах мелованной бумаги и только на половине видов немелованной бумаги. Воспроизведение тоновых градаций в диапазоне высоких светов на печатных системах с жидким тонером было лучше, чем на печатных системах с сухим тонером.

На 50% оттисков, выполненных посредством цифровой печати на мелованной бумаге, растровое поле с градационными тонами в 96% выглядело как фоновый участок. Оттиски на немелованной бумаге на темных участках были более открытыми. Однако во многих случаях невозможно было определить верхний предел для воспроизведения тоновых градаций, так как исходные данные испытательных форм были изменены так, что фоновые участки были воспроизведены как растровый тон.

Различия тоновых градаций

Чтобы определить, какие различия тоновых градаций можно распознать, была разработана и отпечатана черной и пурпурной краской новая цветовая таблица. Цветовая таблица состоит из цветовых полей с тонами от 1 до 100% с градациями тонов в 1%. Через поля строки каждого тона проходит растровая полоса, тон которой совпадает с тоном середины строки. Оценка производилась визуально.

Исходя из растрового поля, на котором тон поля совпадает с тоном растровой полосы, было определено первое поле слева и справа, на котором визуально было заметно различие между полем и полосой. На всех цифровых оттисках различия тонов в 1% были почти незаметны. Прежде всего это относилось к более темным участкам изображений. Различия тонов в 2% были заметны на всем диапазоне тоновых градаций.

Равномерность окрашивания и возрастания тонов по всему формату печати

Равномерность печати по всему формату контролировалась на 20 тиражах и 3 печатных листах на каждый тираж при помощи спектрофотометра на полях тестовой формы 2. Для каждого цвета шкалы в 94 пунктах печатного листа производились измерения значений оптической плотности цвета и цветовых плотностей фоновых участков. Кроме того, на 16 страницах каждого печатного листа измерялись значения CIELAB заливного фона при печати краской на краску голубой/пурпурной, пурпурной/желтой, голубой/желтой и на 3 полях баланса серого цвета.

Расчет различий плотностей фоновых участков производился по формуле:

$$\text{Максимальное различие} = \\ = [(Самое высокое значение плотности/Наименьшее значение) - 1] \times 100\%$$

Только на 1% печатных листов, на которых производились измерения, максимальные значения различий плотностей фоновых участков по всему формату составляли 5% или ниже. Около 30% печатных листов имели различия плотности, которые составляли 10% или ниже, еще на 30% печатных листов различия составили более 15%.

Высокие максимальные значения различий плотностей фоновых участков дают неполную информацию обо всех различиях по всему формату. Например, большие различия в плотности появлялись только на небольшом участке печатного листа, а на остальной части листа значения плотности имели незначительные различия. В данном случае статистическая оценка серии измерений предоставляет достоверные данные о равномерности оттенков.

Стандартное отклонение, рассчитанное по отдельным значениям цветовой плотности, показывает размер цветовых различий. Если значение стандартного отклонения составляет, например, 0,03, то это означает, что 68,3% цветковых плотностей в диапазоне $\pm 0,03$ находится в пределах среднего значения. Если берется двойное стандартное отклонение, то в данном примере 95,5% цветковых плотностей в диапазоне $\pm 0,06$ находится в пределах среднего значения. Следует сказать, что чем меньше значения стандартного отклонения, тем равномернее оттенки на печатном листе.

При 83% серий измерений стандартные отклонения цветковых плотностей фоновых участков по формату составляли $\pm 5\%$ (10% разница в плотности) или меньше. Предел разницы в плотности в 10% на оттиске не должен превышать, так как более высокие различия на оттиске могут восприниматься как дефект.

Равномерность передачи тоновых градаций по формату определялась на 25 полях для каждого растрового тона цветов К, С, М, У. Расчет максимальной разницы плотности тонов для контрольных полей с тоновыми градациями 40 и 80% производился по формуле:

$$\begin{aligned} & \text{Максимальная разница плотности тонов (\%)} = \\ & = \text{Самая высокая плотность тона (\%)} - \text{Самая низкая плотность тона (\%)} \end{aligned}$$

Более 40% оттисков в полутонах имели максимальные значения колебаний тоновых градаций, которые были на 5% выше. В теневом диапазоне колебания были несколько ниже.

Статистическая оценка различий тоновых градаций показала более благоприятную картину. В 18 из 80 серий измерений в полутонах колебания тоновых градаций цвета на 68,2% полей (= простое стандартное отклонение) составили только $\pm 1\%$ от среднего значения, а на 95,5% полей (= двойное стандартное отклонение) $\pm 2\%$. При дальнейших 57 сериях простое стандартное отклонение составило $\pm 2\%$, а при остальных 5 сериях измерений $\pm 3\%$.

Это более целесообразно, чем получать критерии оценки равномерности тональности фоновых участков и передачи тоновых градаций по формату по максимальным значениям и стандартным отклонениям.

Для оценки визуального воздействия цветовых различий при помощи спектрофотометра измерялись фоновые участки основных цветов КСМУ, цветов RGB и полей баланса серого цвета и вычислялись цветовые отклонения ΔE^*_{ab} в системе CIELAB. Поскольку не существовало справочных значений CIELAB для расчета цветовых отклонений по формату, были предложены два варианта оценки цветовых колебаний. Один вариант состоял в том, чтобы по отдельным значениям CIELAB L^*, a^*, b^* одной серии измерений (например, зеленые фоновые участки) получить средние значения, а затем рассчитать цветовые отклонения ΔE^*_{ab} для каждого измеренного цветового поля этих средних значений.

Другой вариант получения сведений о величине максимальных цветовых различий цветового тона по всему формату при относительно низких затратах на вычисления состояла в вычислении разницы максимальных и минимальных значений L^*, a^*, b^* одной серии измерений, а также в определении значения цветового различия.

Вычисленные при помощи этих двух методов цветовые колебания CIELAB по всему формату на большинстве цифровых оттисков имели значения ΔE^*_{ab} , которые воспринимаются как цветовые различия средней величины.

Равномерность оттенков и увеличения плотности тонов во всем тираже

Равномерность оттенков и увеличения плотности тонов во всем тираже проверялась в 20 тиражах на 100 оттисках тестовой формы 2. Производилась оценка каждого из первых 25 печатных листов, а также каждого пятого оттиска остальных экземпляров. Измерения производились при помощи спектрофотометра на отдельных листах на одних и тех же участках тестовой формы.

На 21% фоновых участков тиража имелись колебания плотности в 5%. 75% цветов имели колебания в 10%. Только одно измерение показало колебания плотности фонового участка, составившее более 15%.

В DIN ISO 12647-2 для офсетной печати установлен максимальный допуск отклонения плотности тонов и увеличения плотности тонов тиража в 4% на участках полутонов. На цифровых оттисках на 65% 80 серий измерений (20 тиражей, 4 краски) на полутоновых участках плотности тонов имели отклонения не более чем 4%, а на 89% — не более чем 5% всего тиража. Допуск в 4%, существующий для офсетной печати, может служить в качестве норматива для оценки колебаний плотности тонов тиража в целях обеспечения стабильного качества также и цифровой печати.

В дополнении к «Стандарту процесса в офсетной печати», опубликованном Союзом полиграфистов в 2003 г., значения цветовых различий CIELAB для цветов K, C, M, Y даны как допуски при отклонениях между согласованным экземпляром и тиражными оттисками. Для цифровых оттисков тестовых форм согласованного экземпляра не существовало; но если первый лист тиража считался эталонным листом, то при оценке можно было использовать те же методы. Значения различий ΔE^*_{ab} , опубликованные Союзом полиграфистов, при таком подходе используются для того, чтобы оценивать цветовые колебания в пределах одного тиража. Там указан предел отклонений для цветов K, C, M ΔE^*_{ab} , равный 4, а для желтого цвета Y значение ΔE^*_{ab} равно 5. Если простое стандартное отклонение берется в качестве критерия для оценки цветовых колебаний в пределах тиража, то на 68,2% цифровых оттисков отклонение ΔE^*_{ab} для цветов CMYK составило 4 или менее в пределах исследуемых тиражей.

Точность приводки

В то время как для традиционных печатных систем в стандартах и справочниках для приемки машин существуют данные о точности приводки, то для цифровой печати их пока не существует. Виды приводки, рассматриваемые ниже, дают представление об уровне точности приводки в цифровой печати в настоящее время, при этом различают приводку изображения, колебания приводки в рамках одного тиража и точность приводки на печатном листе при одновременной печати с лицевой и оборотной стороны (дуплексная печать).

Приводка изображения

На 62 тиражах при помощи лупы на приводочных полях шкалы цифровой печати Ugra/FOGRA определялись максимальные значения отклонений в приводке между черным цветом и цветами С, М, Y в продольном и поперечном направлении. Если взять значение в 80 мкм (половина линиатуры растра при 60 см) в качестве контрольной цифры для приемлемых отклонений в приводке, то в продольном направлении при К/С и К/М 90% тиражей находилось в пределах этих допусков, а при К/Y — только 74%. В поперечном направлении результат был несколько лучше. При К/М все тиражи, а при К/С 60 из 62 тиражей соответствуют этому требованию. При К/Y доля составила 85%.

Колебания в приводке в пределах тиража

Оценка колебаний в приводке в пределах тиража производилась при помощи прибора для измерений приводки Luchs (SID). Величина, которая может быть вычислена по значениям, полученным при помощи прибора, является максимальной величиной отклонения в приводке. Максимальная величина отклонения в приводке показывает различие в приводке двух цветодеденных изображений (например: голубого цвета С и черного цвета К), которое было обнаружено при оценке 100 оттисков. Система для измерений приводки Luchs предоставила значения для комбинаций приводки К/С, К/М, К/Y, С/М, М/Y в продольном и поперечном направлении печатного листа. Измерения проводились на 26 тиражах, на 100 экземплярах в каждом тираже.

Если за основу для оценки точности приводки в пределах всего тиража берется значение в 80 мкм, как в предыдущем разделе, то в продольном направлении при 23% комбинаций приводки значения максимальных колебаний приводки находились за этим пределом. Это означает, что на цифровых оттисках обнаруживались отклонения в приводке в пределах тиража, которые могли привести к видимым дефектам приводки на изображениях.

Точность приводки тестовых форм на печатном листе при двусторонней печати

Если существуют отклонения в отступе печатного изображения от кромок листа, то это может привести к тому, что при обрезке будет частично обрезано печатное изображение. Недостаточная точность приводки при дуплексной печати может явиться причиной того, что печатное изображение на лицевой и оборотной стороне не будет точно совпадать.

При помощи прибора для измерения длины на лицевой и оборотной стороне листов 12-страничных тиражей производилось измерение расстояний от черных напечатанных линий до кромок бумаги. В четырех углах испытательных форм под прямым углом были расположены линии. Оценка производилась на 10 листах, отпечатанных в процессе печатного опыта. По значениям измерений были вычислены максимальные и средние различия отступов линий от кромок листа для каждого места измерений. В среднем отступы линий от кромок листа имели отклонения от 0,2 до 0,4 мм. Это свидетельствует о достаточно хорошей точности приводки печатного изображения на листе. Но в отдельных случаях отступ печатного изображения от кромок листа составлял на 10 проверенных листах около 1,2 мм.

Характеристические кривые печатного процесса и увеличение тонов

Для того чтобы получить обзор характеристических кривых и увеличения тонов, принятых в цифровой печати, на оттисках тестовых форм 1 и 2 определялись тоновые градации основных цветов во всем диапазоне тоновой шкалы. Производители цифровых печатных систем должны ориентироваться на данные увеличения тонов, которые действуют для офсетной печати. При этом требовании учитывалось то, что на стадии допечатных процессов обработка изображений может производиться при помощи одних и тех же регулировок как для традиционной, так и для цифровой печати. Результаты этих опытных печатных процессов показали, что посредством программных регулировок печатной системы можно было добиться любого желаемого увеличения тонов.

Чтобы посмотреть, какие увеличения тонов происходят на производстве в цифровой печати, участвующие в испытаниях типографии при печати посредством тестовых форм должны были использовать системные регулировки, которые они обычно используют в производстве. Обнаруженные при таком подходе увеличения тонов во многих случаях относительно точно совпадали с заданными значениями для офсетной печати. Но на этих цифровых оттисках часто получались большие различия увеличения тонов четырех цветов шкалы.

Полошение

В данной работе использовался метод оценки полос на оттиске, который описан в «Справочнике по технической приемке листовых офсетных машин». При этом следует различать заметные полосы и полосы-помехи. В среднем при оценке на всех цифровых оттисках тестовой формы 3 на 2 см измеряемого участка была получена заметная полоса, которая не могла быть определена в качестве полосы-помехи (под полосой-помехой следует понимать в среднем две полосы на один измеряемый участок).

Пригодность результата печати для репродуцирования

Пригодность результата печати для репродуцирования проверялась на оттисках цветовой таблицы ЕС1 с тестовой формы 1. Для сравнения были предоставлены 12 тиражей, запечатанных с одной стороны (первая печать) посредством тестовой формы, и 12 тиражей, напечатанных с двух сторон на такой же бумаге (вторая печать). На трех листах каждого тиража производились колориметрические измерения 1485 цветowych полей цветовой таблицы ЕС1 при помощи измерительной системы SpectroScan фирмы GretagMacbeth, а затем цветовые различия между цветовыми полями листов, запечатанных с одной и с двух сторон. При измерениях листы лежали на черной поверхности во избежание ошибок при измерениях из-за просвечивания оборотной стороны листа. За исключением одной печатной системы большая часть цветовых различий ΔE^*_{ab} между оттисками первой и второй печати составила 1-4. Эти низкие значения ΔE^*_{ab} указывают на хорошую пригодность для репродуцирования результата печати посредством цифровой печатной системы.

Цветовые различия цифровых оттисков по сравнению со стандартом DIN ISO 12647-2 и цветовой охват оттисков

Чтобы проверить, покрывается ли цветовой охват офсетного оттиска цифровой печатной системой, оттенки заливных участков шкальных красок на цифровых оттисках сравнивались с данными DIN для офсетной печати. Более двух третей исследовавшихся цифровых оттисков на мелованной бумаге находилось в пределах допуска $\Delta E^*_{ab} = 5$ для цветов К, С и М. Только для желтого цвета Y различия были сильнее. В некоторых случаях причины этого заключались в немного зеленоватом тоне и низкой интенсивности цвета желтых заливных участков.

Оттиски, выполненные на немелованной бумаге, показали большое преимущество цифровых печатных систем по сравнению с офсетной печатью. Поскольку тонер непосредственно после печатного процесса фиксируется на поверхности бумаги под воздействием тепла и давления, частицы краски не могут впитываться в запечатываемый материал. Вследствие этого цветовой охват на цифровых оттисках на немелованной бумаге получается такой же, как и на мелованной бумаге (рис. 7). Цифровые оттиски на немелованной бумаге выглядят более красочными, чем офсетные оттиски.

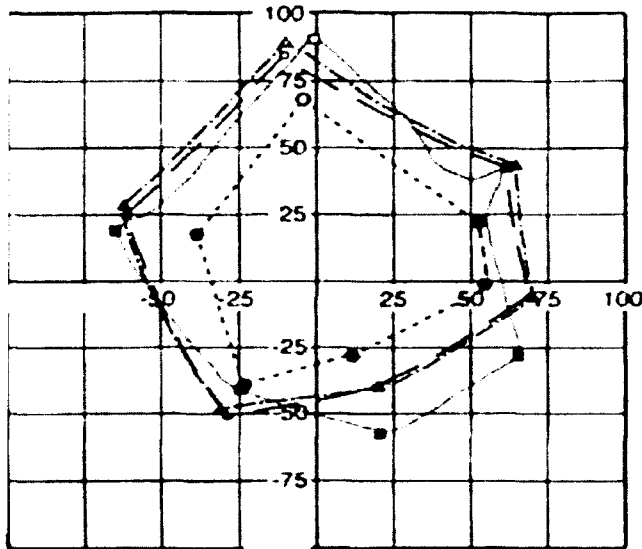


Рис. 7. Цветовые охваты цифровых печатных систем при печати на немелованной бумаге:

- 1 — Четырехкрасочная цифровая печатная система;*
 - 2 — Семикрасочная цифровая печатная система;*
 - 3 — заданные значения DIN для офсетной печати на немелованной бумаге*
- Светостойкость и прилипание тонера на цифровых оттисках*

Для цифровых печатных машин краски — сухой и жидкий тонер — согласованы с соответствующей системой и поставляются производителем печатной системы. Если необходимо оценить качество цифровой печатной системы, то для этого следует также проанализировать некоторые свойства используемых красок, к которым относятся светостойкость и прилипание тонера к запечатываемому материалу.

Определяемая по DIN ISO 12040 светостойкость — это устойчивость оттиска к воздействию определенного источника света без прямого воздействия атмосферных условий. Проверка светостойкости производилась при помощи прибора Xenotest ALPHA LM. Цифровые оттиски освещались до тех пор, пока на шерстяной шкале не появилась ступень 4 индикации светостойкости, указывающая на достаточно хорошую светостойкость. За исключением этой печатной системы на пробных цифровых оттисках почти не было цветовых изменений по сравнению с закрытыми частями поверхности, т.е. они обладали достаточно хорошей светостойкостью.

Проверка прилипания тонера производилась при помощи прибора FOGRA WIKAT, который посредством сменных вставок может использоваться как для проверки прочности на истирание, так и для проверки карбонизации.

При проверке прочности на истирание проба, запечатанная заливным фоном, при определенной нагрузке проводится над незапечатанной бумагой. В зависимости от устойчивости прилипания тонера часть тонера стирается и переносится на бумагу.

Посредством визуального сравнения интенсивности цвета этого следа с разработанными FOGRA «первоначальными стандартами» для проверки устойчивости к истиранию производилось распределение следов по ступеням оценок. На 16 из 19 тиражей цифровых оттисков тестовой формы 4 были получены следы истирания, которые были распределены на 4 или 5 ступеней оценок, что соответствовало оптически не определяемому дефекту.

Результаты проверки карбонизации позволили получить конкретные данные. Под карбонизацией понимается закрепление сухой печатной краски на противоположной стороне листа под воздействием давления. При этом тесте запечатанная полоса укладывается между двумя незапечатанными полосами бумаги. Три полосы, закрепленные на каретке, протягиваются под роликом, который посредством пружины оказывает давление на полосы бумаги. Затем производится сравнение следа с соответствующими контрольными образцами.

В то время как при тесте на истирание были видны явные следы краски на бумаге, то при проверке карбонирования перенос краски с цифровых оттисков на бумагу не происходил.

По результатам этих проверок можно сделать вывод, что цифровые оттиски почти не восприимчивы к воздействию давления при отсутствии трения. Если же при воздействии давления дополнительно существует трение, то происходит стирание тонера, что становится заметным на оттиске и может привести к загрязнениям при послепечатной обработке в отделочных машинах.

Системы для прямого формирования изображения

Печатные системы, в которых печатная машина в широком смысле соответствует традиционной офсетной машине, а формирование изображения на печатной форме производится в печатной машине, называются системами для прямого формирования изображения или системами «компьютер — печатная машина». Поскольку прямое формирование изображения основано главным образом на традиционных печатных машинах, многие параметры качества берутся из существующих норм, стандартов и предписаний по приемке машин для прямого формирования изображения.

Отличия в изготовлении печатных форм для традиционной офсетной печати вызывают необходимость ближайшего рассмотрения факторов влияния на качество печати, связанных с экспонированием печатных форм. К ним относится как разрешение, так и охват тоновых градаций печатной формы.

Опыты печати

Опыты проводились у производителей машин и на одном полиграфическом предприятии на следующих машинах:

Heidelberg Quickmaster DI 46-4;

Heidelberg Speedmaster 74 DI (2 фирмы);

Ryobi 3404 DI.

Частота раstra печатных форм на системах DI малого формата составляет 60 см^{-1} , дополнительно с частотой раstra в 70 см^{-1} печатался один тираж с тестовой формы 2. Стандартная частота раstra машины Heidelberg Speedmaster 74 DI составила 80 см^{-1} . Обе печатные системы малого формата — это системы для сухого офсета, печатные формы состоят из светочувствительной пленки. Speedmaster DI — это машина для офсета с увлажнением формы, которая работает с «термопластинами».

Результаты

Разрешение систем для экспонирования

Разрешение систем для экспонирования определялось при помощи шкалы для цифровой печати Ugra/FOGRA. Опрос из файла eps разрешения устройства для I экспонирования или регулировок дистиллера дал значения 1200, 2400 и 2540 dpi. По линиям поля разрешения нельзя считать информацию о том, можно ли получить такие высокие показатели разрешения на оттиске.

Охват тоновых градаций

Определение охвата тоновых градаций производилось при помощи клинов ослабления тонов тестовых форм. На оттисках малого формата охват тоновых градаций составлял от 1 до 3% и от 97 до 99%. На оттисках большого формата с частотой раstra в 80 см^{-1} — от 3 до 97%, а при 60 см^{-1} — от 2 до 98%. Оттиски, выполненные на системах прямого формирования изображения, имеют больший охват тоновых градаций, чем требует DIN ISO 12647-2.

Видимость различий тоновых градаций

На оттисках, выполненных на мелованной бумаге, поля тоновых градаций, расположенные в непосредственной близости друг к другу и имеющие различия в 1%, могут различаться глазом. На оттисках, выполненных на немелованной бумаге, это невозможно. Здесь только различия в 2% дали видимый контраст полей.

Равномерность оттенков и увеличение плотности тонов по всему формату печати.

При опытах печати фирмы должны были установить окраску заливного фона на печатной машине так, чтобы при визуальном сравнении она совпадала со стандартами окраски, установленными Союзом полиграфистов. Проводилась проверка величины колебаний цветовой плотности цветов К, С, М и Y на 5 тиражах формата DIN A3 и на 5 тиражах формата 50 x 70 см, изготовленных на системах для прямого формирования изображения. Расчет максимальной разницы плотности заливного фона производился по формуле:

Максимальная разница = [(Наивысшее значение плотности/Наименьшее значение плотности) — 1] x 100%.

Только в 2% серий измерений колебания плотности заливного фона по всему формату составили менее 10%, в то время как в 52% серий измерений они составили более 15%. При оценке разницы плотности следует учитывать, что печатник посредством регулировки подачи краски оказывал влияние на равномерность окраски.

Параллельно колебаниям цветовой плотности учитывались различия тоновых градаций. В 45% серий измерений колебания тоновых градаций по всему формату составили в полутонах 5% или меньше. В остальных сериях измерений колебания тоновых градаций были более 5%.

Различия цветовой плотности и тоновых градаций по всему формату оказывают влияние и на вид цветowych полей. Чтобы определить величину цветowych различий, распределенные по всему формату участки заливного фона шкальных цветов, а также участки, последовательно запечатанные краской на краску, и поля серой шкалы измерялись при помощи спектрофотометра. Были получены значения цветowych различий CIELAB в диапазоне, в котором визуально цветowych различия воспринимаются как средние и большие.

Равномерность окраски и увеличение тонов во всем тираже.

Для равномерности окраски во всем тираже в предписании для офсетной печати Prozess Standart дается информация о том, что не менее двух третей экземпляров одного тиража могут иметь отклонения плотности заливного фона не более чем на 8% от согласованного листа. Это соответствует допуску по колебаниям в 16% ($\pm 8\%$) для цветов шкалы. Одиннадцать проверенных тиражей по 100 печатных листов каждый имели колебания цветовой плотности, которая была намного ниже этих заданных величин.

Подобный результат был получен на растровых полях цветов шкалы в полутонах (40%-ное поле) и в тенях (80%-ное поле). В 64% серий измерений колебания тоновых градаций 40%-ного поля составили не более 3%, верхний предел колебаний составил 6%. В тенях верхний предел составил 5%, а в 84% серий измерений колебания тоновых градаций во всем тираже составили только 2%.

Незначительные колебания плотности заливного фона и тоновых градаций были заметны также и при значениях цветowych различий, которые определялись на участках заливного фона основных и дополнительных цветов, на полях серой шкалы и многокрасочных цветowych тонов. Почти в 80% серий измерений значения составили 2 или меньше в диапазоне, в котором цветowych соответствие оттисков воспринималось как хорошее.

Точность приводки

Данные о точности приводки в офсетной печати касаются приводки изображения и отклонений в приводке в пределах 100 последовательно запечатанных листов. Эти пункты проверялись на оттисках малого и большого формата.

Приводка изображения

Для приводки изображения существует предписание о том, что различия в приводке двух цветоделенных изображений не должны превышать половину наименьшей лиניатуры растра четырех цветоделенных изображений. Это означает, что при частоте растра в 60 см^{-1} отклонения в приводке должны быть меньше 83 мкм (0,083 мм), а при частоте растра в 80 см^{-1} — меньше 62 мкм.

Определение приводки изображения производилось при помощи линейных полей шкалы цифровой печати Ugra/FOGRA. На оттисках малого и большого формата не существовало больших различий в приводке изображения. Максимальные значения отклонений в приводке двух цветоделенных изображений (черная краска и цветные краски) составляли от 40 до 45 мкм. Оттиски были в пределах более ограниченных допусков, существующих для частоты растра в 80 см^{-1} .

Колебания в приводке в пределах всего тиража в 100 оттисков

В «Справочнике по технической приемке листовых офсетных печатных машин» стандартное отклонение в приводке в пределах тиража является мерой точности приводки печатной машины. Предельное значение, которое не должны превышать при приемке машины, составляет 10 мкм. Колебания в приводке проверялись в продольном и поперечном направлении на 15 тиражах. Все стандартные отклонения в приводке находились в рамках предельного значения, поэтому не было опасности возникновения дублирования из-за колебаний приводки.

Увеличение тонов

Фирмы, участвовавшие в исследованиях, при опытах печати должны были соблюдать допуски, указанные в стандарте для офсетной печати ProzessStandard. Исследовалось увеличение тонов на растровых полях с плотностью тона в 40%. В 70% тиражей увеличение тона цветов шкалы находилось в пределах допусков.

В остальных тиражах увеличение тонов одного или нескольких цветов шкалы находилось за пределами допусков. Дополнительное условие о том, что увеличения тонов цветных красок в диапазоне полутонов могут отличаться друг от друга не более чем на 5%, соблюдалось в 83% тиражей.

Полошение

Производилась оценка двух тиражей, напечатанных на мелованной бумаге, и двух тиражей, напечатанных на немелованной бумаге формата DIN A3. Было представлено также три тиража большого формата, один из которых был напечатан на немелованной бумаге. Оценка производилась в соответствии с методами измерений, описанными в предписаниях о приемке листовых офсетных машин.

На оттисках на мелованной бумаге все значения находились ниже обоих предельных значений 0,6 и 0,9. При помощи измерительной техники в пределах растровых полей голубого цвета не было обнаружено полошения. На оттисках на немелованной бумаге при предельном значении 0,6 в продольном и поперечном направлении было обнаружено от 2 до 8 видимых полос на измеряемом участке, предельное значение 0,9 на этих видах бумаги не было достигнуто.

Заключительное наблюдение

В системе для прямого формирования изображения могут использоваться существующие в офсетной печати критерии для оценки качества печати и печатной машины. Но они должны быть дополнены признаками качества, которые касаются экспонирования печатных форм и обращения с изобразительной информацией в печатной системе.

На предприятиях, которые используют оба процесса, т.е. работают параллельно как на традиционных, так и на цифровых печатных системах, целесообразно согласовать эти системы. При таком подходе отделение допечатных процессов с едиными предписанными величинами может работать для обеих производственных единиц.

Цифровые оттиски на немелованной бумаге имеют гораздо большее цветовое пространство, выглядят более красочными, чем офсетные оттиски. Эти особенности следует учитывать при определении заданных значений CIELAB для окраски заливного фона. Если указаны допуски по колебаниям для цифровой печати в качестве статистических величин как при офсетной печати, то наряду с величиной цветовых колебаний следует учитывать также частоту их появления. Необходимо задуматься над вопросом, может ли рассматриваться пригодность для репродуцирования результата печати в качестве одного из критериев проверки для оценки цифровых печатных систем. Хорошая пригодность для репродуцирования результата печати при печатании по требованию является предпосылкой того, чтобы, независимо от момента выпуска печатной продукции, тиражи не отличались друг от друга по цвету.

На основании результатов этой работы при сотрудничестве с Союзом полиграфистов и производителей цифровых печатных систем могут быть разработаны предписания для оценки качества и приемки таких печатных систем. Если эти критерии качества войдут в стандарты и нормы, то, как и для традиционных печатных систем, можно будет обеспечить стабильное качество печати от допечатных процессов до готовой печатной продукции.