

УДК 655.3.06

И. Г. Громыко, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);
Д. А. Титов, магистрант (БГТУ)

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГРАДАЦИОННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТТИСКОВ ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ

Статья посвящена оценке качества оттисков глубокой печати на основе градационных характеристик и информационного подхода. Приведены градационные кривые оттисков, полученные при разных значениях линиатуры растра. Определены значения линиатуры растра по вертикали и горизонтали для заданных углов гравировки ячеек. Рассчитана информационная емкость для заданных углов гравировки ячеек формного цилиндра, а также выявлена взаимосвязь градационных и информационных характеристик оттисков.

The article is devoted to the evaluation of the quality of intaglio printing on the basis of gradation characteristics and informational approach. Shows the gradation curves of prints obtained at different screen frequency. The values of the screen frequency vertical and horizontal angles for specific engraving cells. Calculated data capacity for given angles of the gravure cylinder engraving cells, and found the relationship gradation and information characteristics of prints.

Введение. Отличительной особенностью способа глубокой печати является возможность получения высококачественных оттисков. Данный способ предназначен для выпуска многокрасочных иллюстрированных изданий большими тиражами, а также для печати на упаковочных материалах. Глубокая печать позволяет получить более широкий цветовой охват, который достигается за счет различной толщины красочного слоя при воспроизведении полутонов. Также оттиски имеют большой контраст в тенях изображения. Использование ячеек, имеющих разный размер и глубину, позволяет достичь максимального качества при воспроизведении практически любых цветных оригиналов.

На результат печатного процесса большое влияние оказывает структура ячеек формного цилиндра, а также разновидности методик гравирования. Узел глубокой печати предусматривает регулировку трех составляющих: вязкости краски, угла наклона ракеля и давления натиска. Главные сложности заключаются в операциях допечатной подготовки и гравирования формных цилиндров, определяющих будущие значения краскопереноса, линиатуры растра и разрешения. В настоящее время технологии гравирования позволяют учесть глубину, диаметр и форму ячеек, определяющих краскоперенос и качество печатной продукции [1].

Чем глубже ячейка фиксированного диаметра, тем выше объем переносимой краски, толщина и оптическая плотность красочной пленки. Слишком глубокие ячейки могут не полностью заполняться краской, а в слишком мелких может происходить подсыхание краски.

Увеличить диаметр ячейки можно одновременно уменьшив ее величину и объем. Достижимая оптическая плотность останется той же за счет большего процентного покрытия по-

верхности. Чем меньше диаметр, тем выше линиатура растра (слишком маленькая ячейка хуже заполняется и отдает краску). Соответственно, с понижением линиатуры диаметр ячейки растет, но слишком крупная ячейка перестает удерживать краску, дестабилизируя процесс краскопереноса.

Круглые, сферические ячейки характерны для лазерного гравирования, ромбовидные, пирамидальные – для электромеханического. Круглые ячейки проще отдают краску, а пирамидальные точнее ее дозируют [1].

Основная часть. Для получения печатной продукции высокого качества очень важна гравировка ячеек. Диапазон углов наклона растра в глубокой печати ограничен геометрией ячейки. Электромеханическое гравирование позволяет использовать углы 30–60°. Углы гравирования для триадных красок отличаются максимум на 10°, поэтому для предупреждения возникновения муара изменяют не только угол наклона растра, но и линиатуру.

В частности, голубая и черная краски имеют очень близкие углы поворота, но разную линиатуру. Это неизбежно приводит к образованию муара в отдельных зонах изображения на участках, где присутствуют растровые фрагменты обеих красок. Аналогичная ситуация характерна для желтой краски, которая образует муар как с голубой, так и с пурпурной, но, имея высокую светлоту, не так сказывается на качестве изображения [1].

В процессе изготовления печатных форм гравировка всех растров происходит при одинаковой частоте, однако изменяется скорость перемещения гравировальной головки, а также скорость вращения цилиндра.

Для получения сжатой формы ячейки (угол гравирования 30°) цилиндр вращается с меньшей

скоростью, чем гравировальная головка. Обыкновенная форма ячейки (угол гравирования 45°) получается при средней скорости вращения цилиндра и головки. Для получения вытянутой формы ячеек (угол гравирования 60°) скорость вращения цилиндра гораздо выше, чем гравировальной головки. Изменение угла гравирования способствует изменению четкости и контраста изображения. Для сжатой и вытянутой формы ячеек данные характеристики будут различны в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Желтая краска имеет высокую светлоту и из-за этого получить высокий контраст и четкость контуров при воспроизведении изображений достаточно сложно, поэтому для печати желтой краской используется обыкновенная форма ячеек. При этом линиятура гравирования невысокая. Для пурпурной краски характерно использование вытянутой формы ячеек и среднего значения линиятуры растра. При печати голубой краской ячейки имеют сжатую форму и линиятуру растра пурпурной краски. Для черной краски ячейки имеют сжатую форму и более высокое значение линиятуры растра.

Оценка качества оттисков глубокой печати проводилась на основании анализа градационных кривых, а также на основе показателя информационной емкости. Построение градационных кривых осуществлялось по значениям оптических плотностей шкал оттисков. Печать изображения проводилась при линиятуре растра 60, 80 и 100 линий/см. В качестве запечатываемого материала использовалась обойная двухслойная бумага, предназначенная для печати многокрасочных гофрированных обоев.

Градационные кривые оттиска для линиятуры растра 60 линий/см приведены на рис. 1.

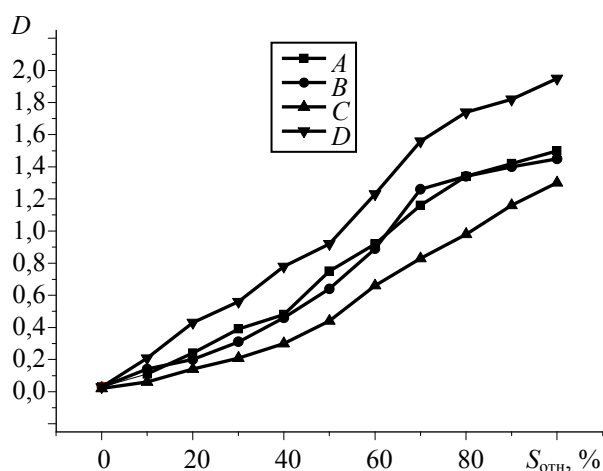


Рис. 1. Градационные кривые оттиска для линиятуры растра 60 линий/см: A – голубая краска; B – пурпурная; C – желтая; D – черная

Как свидетельствуют полученные данные, градационные кривые имеют равномерный характер. Однако максимальные значения оптических плотностей несколько завышены. При этом только для желтой краски характерно соответствие оптической плотности денситометрическим нормам печатания.

Высокая светлота желтой краски требует несколько большего перехода ее на запечатываемый материал. Поскольку четкость контуров изображения для желтой краски не является столь важным, поэтому с целью увеличения краскопереноса целесообразно уменьшить линиятуру растра.

Относительно воспроизведения черной краски можно отметить завышенные значения оптических плотностей. Однако при этом необходимо учитывать, что именно на долю черной краски приходится основная масса сюжетно важных деталей. Поэтому сочетание полученных значений оптических плотностей и особенности печати жидкими красками позволяет получить высокий контраст и четкость воспроизводимых изображений.

Градационные кривые оттиска для линиятуры растра изображения 80 линий/см приведены на рис. 2.

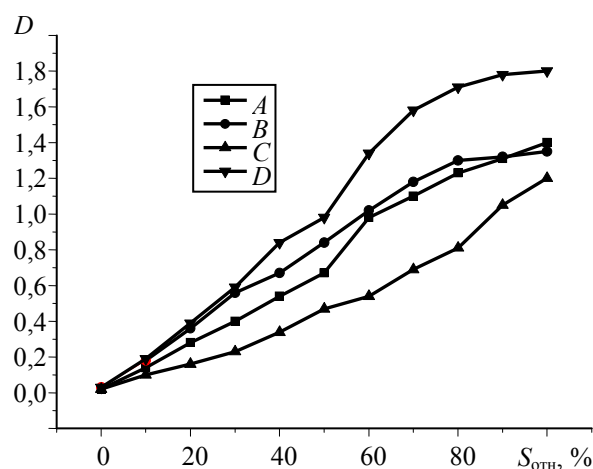


Рис. 2. Градационные кривые оттиска для линиятуры растра 80 линий/см: A – голубая краска; B – пурпурная; C – желтая; D – черная

Анализируя форму полученных градационных кривых, можно отметить, что увеличение линиятуры растра приводит к снижению количества переносимой краски, и следовательно к уменьшению оптической плотности. При этом максимальные значения оптических плотностей для голубой, пурпурной и черной красок соответствуют денситометрическим нормам печатания. Желтая краска имеет недостаточное максимальное значение оптической плотности.

В целом градационные кривые для пурпурной, голубой и желтой красок характеризуются равномерностью в пределах тонового диапазона.

Градационная кривая черной краски имеет значительный прирост оптической плотности, начиная со значения относительной площади растрового элемента, равного 50%, который постепенно замедляется, и в диапазоне от 80 до 100% сводится к минимальному значению. При этом проработка деталей в глубоких тенях для черной краски является неудовлетворительной.

Градационные кривые оттиска для линиатуры растра 100 линий/см приведены на рис. 3.

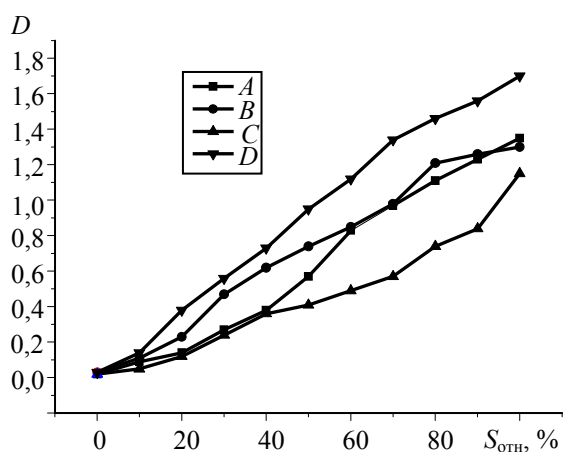


Рис. 3. Градационные кривые оттиска для линиатуры растра 100 линий/см: A – голубая краска; B – пурпурная; C – желтая; D – черная

Построенные градационные кривые характеризуются плавным изменением оптических плотностей и хорошей проработкой деталей. Однако максимальное значение оптической плотности для желтой краски является несколько заниженным. Причем снижение оптической плотности происходит с увеличением линиатуры растра. Это свидетельствует о том,

что увеличение количества переносимой краски должно сопровождаться уменьшением линиатуры.

Использование различных углов гравировки формных цилиндров для триадных красок и формирование сжатой, обыкновенной и вытянутой формы ячеек приводит к тому, что фактическая линиатура растра по вертикали и горизонтали не будет соответствовать действительной. Это приводит к тому, что количество воспроизводимой информации на единицу длины во взаимно перпендикулярных направлениях будет различным. В таблице приведены значения информационной емкости оттиска по вертикали и горизонтали для заданных углов гравировки ячеек.

Расчет информационной емкости оттисков, полученных способом глубокой печати, осуществляется по формуле [2–6]

$$I = L^2 \log_2 [(R/L)^2 + 1],$$

где L – линиатура; R – разрешение.

Полученные значения информационной емкости оттисков позволяют определить реальные информационные возможности воспроизводимых изображений с требуемым уровнем качества. Нарушение технологических параметров и режимов работы печатного оборудования приводят к снижению величины данного показателя, изменению градационных характеристик и потере качества. Также при этом необходимо учитывать, что на величину информационной емкости оказывает влияние качество проводимых операций на этапе допечатной подготовки. Изображение на оттиске должно соответствовать оригиналу по воспроизведению цветов и полутонов. Воспроизведение тоновых величин на этапе допечатных и печатных процессов подвержены воздействию возмущающих факторов, что приводит к отклонениям от идеальных градационных кривых. Это свидетельствует о взаимосвязи градационных и информационных характеристик.

Расчетные значения информационной емкости для заданных углов гравировки ячеек

Линиатура растра, линий/см	Угол гравировки	Линиатура растра по вертикали, линий/см	Линиатура растра по горизонтали, линий/см	Информационная емкость оттиска по вертикали, бит/дюйм ²	Информационная емкость оттиска по горизонтали, бит/дюйм ²
60	30	78,96	45,60	207 937	90 515
	45	60,00	60,00	138 890	138 890
	60	45,60	78,96	90 515	207 937
80	30	105,28	60,80	313 897	141 365
	45	80,00	80,00	213 469	213 469
	60	60,80	105,28	141 365	313 897
100	30	131,60	76,00	424 674	198 165
	45	100,00	100,00	291 612	291 612
	60	76,00	131,60	198 165	424 674

Как показывают полученные данные, с увеличением угла гравировки формного цилиндра, линиятура растра по вертикали уменьшается, что приводит к снижению величины информационной емкости оттиска. При этом наблюдается рост линиятуры растра по горизонтали с одновременным увеличением данного показателя.

Увеличение линиятуры растра при постоянной величине угла гравировки приводит к росту информационной емкости оттиска. Также необходимо отметить, что величина информационной емкости во взаимно перпендикулярных направлениях отличается в 2,5 раза. В этом отношении наиболее стабильные результаты позволяет получить при печатании желтая краска с обыкновенной формой гравировки, для которой количество информации на единицу длины по вертикали и горизонтали имеет равное значение. Именно поэтому для желтой краски представляется возможным снижение линиятуры растра.

Полученные расчетные значения информационной емкости по вертикали и горизонтали изображения свидетельствуют о разном количестве передаваемой информации в данных направлениях. Однако, учитывая тот факт, что в глубокой печати используются жидкие маловязкие краски, способные после нанесения немного растекаться на запечатываемом материале, что особенно характерно для области глубоких тонов, это позволяет получить воспроизведение непрерывных изменений тоновых градаций изображения. Также растекание краски не позволяет получить четко ограниченных растровых точек и пробельные элементы становятся практически незаметными.

При изменении линиятуры происходит не только изменение информационной емкости оттиска, но и градационной передачи, о чем свидетельствуют градационные кривые оттисков. Поэтому правильный подбор линиятуры растра в соответствии с характером воспроизводимого изображения обеспечит воспроизведение максимального тонового диапазона, минимальные градационные искажения, и как результат, максимальное качество печатной продукции.

Заключение. Оценка качества оттисков глубокой печати была выполнена на основе градационного и информационного подходов. Данный эксперимент позволил оценить влия-

ние параметров печатного процесса на результат воспроизведения изображения.

Полученные градационные кривые позволяют наглядно продемонстрировать характер изменения оптических плотностей в пределах тонового диапазона. Как показывают построенные зависимости, увеличение линиятуры растра приводит к изменению количества переносимой печатной краски, и соответственно к изменению градационных характеристик.

С другой стороны, информационная оценка полученных оттисков базируется на определении информационной емкости, которая характеризует максимальное количество воспроизводимой информации. При этом необходимо учитывать, что условия эксперимента предполагают различные входные параметры воспроизводимого изображения. Именно поэтому информационная оценка предполагает взаимосвязь с градационными характеристиками оттиска, и основывается на диапазоне реально воспроизводимых оптических плотностей и количестве градаций.

Литература

1. Ли, А. Элементарные частицы глубокой печати / А. Ли // Флексография. – 2008. – № 3. – С. 42–47.
2. Кулак, М. И. Оценка информационной емкости элементов защиты полиграфической продукции / М. И. Кулак, Ю. Ю. Русова // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. – 2005. – Вып. XIII. – С. 44–47.
3. Громыко, И. Г. Качество и информационная емкость оттисков, полученных на лазерных принтерах / И. Г. Громыко, Ю. Ю. Русова // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. – 2005. – Вып. XIII. – С. 59–63.
4. Громыко, И. Г. Применение информационного подхода для оценки качества печатных оттисков / И. Г. Громыко, Ю. Ю. Русова // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. – 2006. – Вып. XIV. – С. 64–67.
5. Громыко, И. Г. Информационная оценка качества цифровой печати / И. Г. Громыко // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 27–30.
6. Громыко, И. Г. Использование информационного подхода для оценки качества оттисков флексографской печати / И. Г. Громыко // Труды БГТУ. – 2011. – № 9: Издат. дело и полиграфия. – С. 28–32.

Поступила 20.04.2013