

УДК 655.3.06

И. Г. Громыко, кандидат технических наук, доцент (БГТУ); **Д. А. Титов**, студент (БГТУ)**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
НА КАЧЕСТВО ОТТИСКОВ ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ**

В статье приведены градационные кривые оттисков трафаретной печати, полученные с печатных форм при различных значениях линиатуры сетки. Определены величины соотношений линиатуры сетки и растра, установлено их влияние на градационную передачу. Рассчитана информационная емкость оттисков, а также выявлена взаимосвязь качественных и информационных характеристик.

In article graded curves of prints of the stencil process, received with printing forms are resulted at various values of a lineature of a grid. Sizes of parities of a lineature of a grid and a raster are defined, their influence on graded transfer is established. The information capacity of prints is calculated, and also the interrelation of qualitative and information characteristics is revealed.

Введение. Трафаретная печать является одним из способов, предназначенных для изготовления определенных видов печатной продукции. В настоящее время трафаретная печать применяется не только в полиграфии, но и в текстильной, электронной, автомобильной, стекольной, керамической и других отраслях промышленности. При этом способ трафаретной печати является достаточно универсальным.

За время существования трафаретной печати технологический процесс остался практически неизменным. Данный способ печати позволяет получать оттиск продавливанием краски через форму. В качестве печатной формы используется трафарет. Он представляет собой тонкую сетку из натурального шелка, синтетического материала или металлических нитей с нанесенным изображением. Через открытые ячейки сетки, несущие изображения, краска наносится на запечатываемый материал. В трафаретном способе печати возможно нанесение очень толстого слоя краски — обычно 20–100 мкм.

Печатно-технические и качественные свойства сетки определяются материалом, линиатурой (количеством нитей сетки, приходящимся на сантиметр ее длины), толщиной трафарета, степенью открытости сетки (отношение суммарной площади всех ячеек к общей площади сетки в процентах).

Основная часть. Одной из областей применения трафаретной печати является воспроизведение тоновых изображений. Поэтому правильный выбор технологических характеристик и режимных параметров печатного процесса в конечном итоге окажет влияние на результат печатного процесса.

Для получения оттиска высокого качества немаловажным является правильный выбор линиатуры сетки. Частота сетки выбирается в зависимости от характера воспроизводимого изображения, вида запечатываемого материала, свойств печатной краски, назначения печатной

продукции. Для воспроизведения полутоновых оригиналов преимущественно используют низколиниатурные растры.

Особенностью трафаретной печати является то, что формирование изображения на оттиске происходит продавливанием краски через открытые ячейки сетки. При этом сама сетка препятствует проникновению краски на запечатываемый материал. Чем мельче сетка, тем точнее форма передает изображение, но тем сложнее процесс печатания. Это связано с тем, что печатающие элементы разбиты нитями сетки на элементарные ячейки. При этом суммарная площадь ячеек, воспроизводящих отдельный растровый элемент, и суммарная площадь самого растрового элемента могут существенно различаться, что приводит к градационным искажениям на оттиске.

Соотношение размеров растровых элементов и ячеек сетки может быть различным. Также может быть различным их взаимное расположение, которое определяется случайным образом. Небольшая по размеру растровая точка будет перекрываться нитями сетки, следовательно, в данном случае будет наблюдаться потеря деталей изображения и изменение градационных характеристик оттиска. Однако если растровая точка совпадает с ячейкой сетки, то краска в полном объеме будет переходить на запечатываемый материал. Также возможны случаи частичного перекрытия нитями сетки растровых элементов изображения.

Изменение величины частичного перекрытия сетки и растровой структуры может привести к периодическому изменению растровых элементов оттиска, проявляющемуся в возникновении муара. Таким образом, влияние, оказываемое сеткой на растровую структуру изображения, значительно, поэтому необходимо подобрать оптимальные параметры, при которых данное влияние будет минимальным. Для этого необходимо задать определенное соотношение линиатуры сетки

и раstra, которое должно соответствовать характеру воспроизводимого изображения. В случае, если изображение содержит большое количество сюжетно важных деталей по всему тоновому диапазону, требующих их тщательной проработки, то необходимо использовать сетку с высоким значением линиатуры. Это, в свою очередь, определяет требования к величине линиатуры раstra воспроизводимого изображения.

При определении данных величин необходимо учитывать, чтобы линиатура сетки в 3–4 раза превышала линиатуру раstra. Это позволит обеспечить стабильную передачу градаций по всему диапазону.

Оценка качества оттисков трафаретной печати базируется на информационном подходе, который позволяет оценить величину потерь информации при изменении величин линиатуры сетки и раstra изображений. С целью определения показателя информационной емкости были получены оттиски градационной шкалы со значениями линиатуры раstra 18, 30 и 45 лин/см на трафаретной печатной машине. При этом использовались печатные формы с различными значениями линиатуры сетки: 90, 100 и 120 нитей/см. В качестве запечатываемого материала был использован чистоцеллюлозный картон Kaschmir плотностью 250 г/м², предназначенный для однокрасочной и полноцветной трафаретной печати.

Измеренные значения оптических плотностей полей градационной шкалы позволили построить графики зависимости оптической плотности от относительной площади растрового элемента.

Градационные кривые оттиска для разных значений линиатур раstra изображения и линиатуры сетки 120 нитей/см представлены на рис. 1.

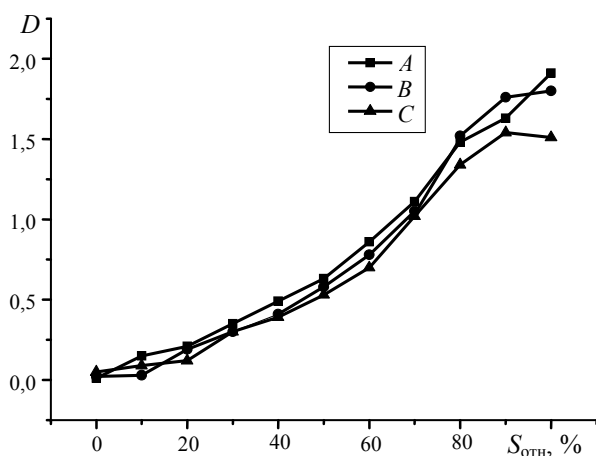


Рис. 1. Градационные кривые оттиска для линиатуры сетки 120 нитей/см и разных значений линиатур раstra изображений: A — 18 лин/см; B — 30 лин/см; C — 45 лин/см

Анализируя характер полученных зависимостей, можно отметить, что представленные градационные кривые имеют достаточно плавный характер. Оттиски, соответствующие линиатуре раstra 18 и 30 лин/см, характеризуются значениями максимальной оптической плотности, находящимися в диапазоне 1,8–1,9, что обеспечивает необходимую насыщенность.

Оттиски с линиатурой раstra 45 лин/см имеют невысокое значение максимальной оптической плотности, равное 1,55, и не обеспечивают хорошую градационную передачу, особенно в области теней изображения. Также наблюдается снижение значения оптической плотности, начиная со значения 90% для относительной площади растрового элемента. Для данной зависимости характерна и неудовлетворительная передача светов изображения. Таким образом, интервал тонопередачи составляет от 20 до 90%.

Оттиски с линиатурой раstra 18 и 30 лин/см характеризуются более широким тоновым диапазоном. Например, для линиатуры 18 лин/см эта величина составляет 5–95%, а для линиатуры 30 лин/см — 10–90%. Более широкий тоновый диапазон обеспечивает более стабильную передачу градаций и хорошую проработку деталей в светах и тенях изображения.

Таким образом, уменьшение линиатуры раstra изображения при использовании сетки с линиатурой 120 лин/см обеспечивает наилучшую передачу градаций и необходимый контраст по всему тоновому диапазону.

Градационные кривые оттиска для аналогичных значений линиатур раstra изображений и линиатуры сетки 100 нитей/см представлены на рис. 2.

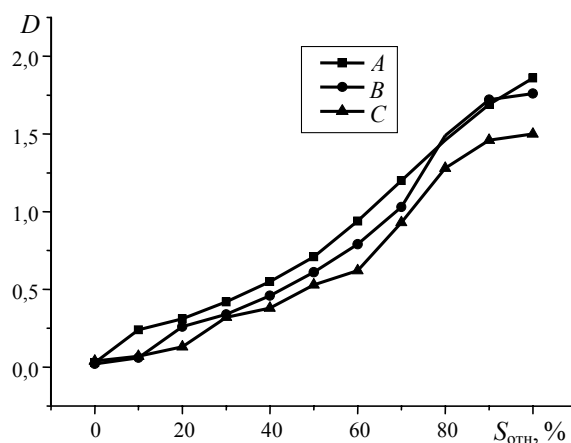


Рис. 2. Градационные кривые оттиска для линиатуры сетки 100 нитей/см и разных значений линиатур раstra изображений: A — 18 лин/см; B — 30 лин/см; C — 45 лин/см

Общий характер полученных кривых аналогичен зависимостям, представленным на рис. 1. Диапазон максимальных значений оптических плотностей изменяется в пределах 1,50–1,85. Оттиски, имеющие линиатуру раstra 45 лин/см, характеризуются невысоким значением максимальной оптической плотности, что не обеспечивает необходимую насыщенность и качество изображения. Наиболее равномерный интервал тонопередачи имеют оттиски с линиатурой раstra 18 лин/см. Оттиски, полученные при линиатуре 30 и 45 лин/см, имеют более узкий тоновый диапазон. При этом наибольшая равномерность в распределении оптической плотности достигается в области средних тонов.

Градационные кривые оттиска для указанных значений линиатур раstra изображений и линиатуры сетки 90 нитей/см представлены на рис. 3.

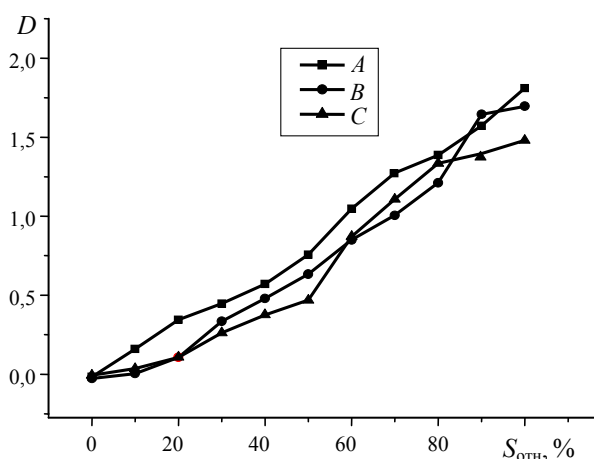


Рис. 3. Градационные кривые оттиска для линиатуры сетки 90 нитей/см и разных значений линиатур раstra изображений: A — 18 лин/см; B — 30 лин/см; C — 45 лин/см

Градационные кривые для линиатур раstra 30 и 45 лин/см характеризуются невысокими значениями максимальной оптической плотности, которые изменяются в диапазоне 1,5–1,7, что не обеспечивает необходимой насыщенности оттиска. Оттиски, полученные при линиатуре раstra 18 лин/см, имеют более равномерное распределение оптической плотности с максимальным значением 1,8. Тоновая передача для линиатуры раstra 30 лин/см соответствует диапазону 20–90%, а для линиатуры 45 лин/см — 20–80%, что свидетельствует о нестабильности передачи градаций.

Анализируя представленные на рисунках зависимости, необходимо отметить, что тщательный подбор соотношения линиатуры сетки и линиатуры изображения будет обеспечивать необходимое качество печатной продукции. В

данном исследовании были получены соотношения, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Соотношение линиатуры сетки и раstra

Линиатура сетки, нитей/см	Линиатура раstra, лин/см	Соотношение линиатуры сетки и раstra
120	18	6,7
	30	4
	45	2,7
100	18	5,6
	30	3,3
	45	2,2
90	18	5
	30	3
	45	2

Сопоставляя полученные значения соотношений линиатуры сетки и раstra с градационными кривыми оттиска, необходимо отметить, что данная величина оказывает влияние на градационную передачу. Чем выше данное соотношение, тем шире тоновый диапазон. Так, для линиатуры раstra 18 лин/см и линиатур сетки 120, 100 и 90 нитей/см их соотношение изменяется в пределах 5–6,7. Это обеспечивает получение величины тонового интервала в диапазоне 5–95%, т. е. хорошую проработку деталей в светах и тенях изображения. Кроме того, чем выше данное соотношение, тем менее выраженными становятся градационные искажения в средних полутонах.

Для линиатуры раstra 30 лин/см данное соотношение изменяется в диапазоне 3–4. При этом тоновый диапазон сужается до 10–90%. Это является допустимым при условии, что основная информативность изображения находится в области средних полутонов, а также не требуется детальная проработка в глубоких тенях и высоких светах.

При использовании раstra 45 лин/см диапазон соотношения линиатуры сетки и раstra составляет 2–2,7. В данном случае тоновый диапазон уменьшается до 20–85%, что приводит к потере важных деталей в области светов и теней изображения. В случае использования данной линиатуры раstra необходимо применять линиатуру сетки со значением не менее 140 нитей/см.

Таким образом, тщательный подбор линиатуры раstra изображения и линиатуры сетки позволит обеспечить высокое качество печатной продукции.

Для информационной оценки качества оттисков трафаретной печати был использован подход, базирующийся на определении информационной емкости оттиска. При этом количество информа-

ции на единице площади растриванного монохромного изображения зависит от линиатуры и количества градаций оптической плотности и определяется следующим образом [1–5]:

$$I = L^2 \log_2 \left[\left(\frac{R}{L} \right)^2 + 1 \right],$$

где L — линиатура; R — разрешение.

Данная формула позволяет оценить верхний теоретический предел информационной емкости оттиска. Качество воспроизведения реального оттиска в общем случае не обязательно будет соответствовать максимуму информации [1].

Проведенные расчеты позволили получить значения информационной емкости оттисков при использовании разрешения 180 dpi и разных значений линиатуры растра, которые приведены в табл. 2

Таблица 2
Расчетные значения информационной емкости оттисков

Линиатура растра, лин/см	Информационная емкость, бит/дюйм ²
18	2158
30	4689
45	8282

Таким образом, выполненные расчеты позволили определить, что с увеличением линиатуры растра значение информационной емкости возрастает. Однако при изменении линиатуры происходит не только изменение информационной емкости оттиска, но и градационной передачи. С увеличением линиатуры происходит уменьшение количества передаваемых градаций, поскольку если помещать дополнительные точки растра на каждый линейный дюйм, то в полутоновой ячейке уменьшается количество доступных точек в каждой горизонтальной линии сетки. С ростом плотности растра пропорционально уменьшается число потенциальных серых оттенков, которые может воспроизводить каждая полутоновая ячейка [2].

Это свидетельствует о необходимости правильного подбора соотношения линиатуры сетки и линиатуры растра в трафаретной печати. В данном случае обеспечить расчетную величину информационной емкости можно за счет выбора сетки с большим значением линиатуры. Именно поэтому произошло сокращение тонового диапазона, о чем свидетельствуют градационные кривые оттиска.

Наиболее оптимальным в данных условиях является выбор линиатуры растра изображения 18 лин/см и использование сеток линиатурой 90–120 нитей/см. Данный выбор обеспечивает максимальный тоновый диапазон, минимальные градационные искажения и высокое качество печатной продукции.

Заключение. Проведенный эксперимент позволил установить взаимосвязь градационных и информационных характеристик оттисков трафаретной печати. Построенные градационные кривые иллюстрируют характер распределения оптической плотности в светах, полутонах и тенях изображения, а также позволяют дать полную характеристику оттиска при изменении значений линиатуры сетки и растра изображения. Данное изменение будет характеризовать сокращение тонового диапазона и снижение качества отпечатанной продукции, что необходимо учитывать при задании технологических параметров печатного процесса.

Информационная оценка полученных оттисков позволила определить предел информационной емкости при изменении линиатуры растра изображения, а также оценить величину потерь информации при изменении данного параметра, что позволяет учесть возможные потери качества воспроизведения изображения.

Литература

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 25.03.2012