

УДК 655.326.1

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА  
ПРОЦЕДУРЫ КОМПЕНСАЦИИ  
ФОРМЫ РАСТРОВОЙ ТОЧКИ  
ПРИ ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ**

© В. Ф. Ткаченко, к.т.н., профессор, А. В. Попов, к.т.н.,  
Ю. О. Ястреб, бакалавр, ХНУРЭ, Харьков, Украина

**У роботі досліджено проблему спотворення тоно- та кольоропередачі на відбитку за рахунок збільшення довжини друкуючих елементів на флексографічному кліше в напрямку друку. На основі висновків, зроблених за результатами досліджень, запропонована методика розрахунку параметрів компенсації подовження друкуючих елементів на еластичній формі флексографічного друку.**

**In the work, there was investigated the problem of distortion of color and tone reproduction on reprint at the expense of extension of printing elements length on a flexo plate in the direction of printing. Based on the findings of research results, proposed method of calculating the compensation parameters of lengthening printing elements on the elastic flexographic form.**

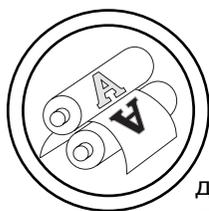
**Введение**

Флексографская печать — это единственный способ высокой печати, применение которого расширяется преимущественно в упаковочной, этикеточной и газетной печати [1]. Современная флексография — это универсальный способ печати с применением гибких рельефных форм и маловязких быстросохнущих красок, позволяющий печатать с высокой скоростью без использования противоотмарочных устройств.

Критерием соперничества с другими способами печати, особенно в области упаковки, всегда было высокое качество печати при наименьших затратах [2], которое совершенствуется в связи с разработками но-

вых формных пластин, внедрением цифровых технологий, автоматизацией контроля над процессом изготовления печатных форм и процессом печати. Это развитие успешно дополняется дальнейшим прогрессом в адаптации печатных красок к условиям печати и все более мелкими растрами анилоксовых валов [2].

Несмотря на преимущества флексографского способа печати, существуют некоторые проблемы и ограничения, которые могут существенно снизить качество воспроизводимого изображения. Их важно учитывать именно при подготовке изображений к выводу, т.е. на допечатной стадии, поскольку гораздо проще создать условия для адекватной передачи элементов



дизайнерского решения, чем предпринимать попытки устранения нежелательных явлений в процессе печати заказа. Основные проблемы — растискивание и дисторсия, а также влияние факторов среды на процесс изготовления флексографских клише.

Основная часть флексографских производств продолжает работать с традиционным (классическим), но постоянно совершенствуемым амплитудно-модулированным растром (AM). В его основе — равноудалённые растровые точки разного размера, располагающиеся в узлах стандартной сетки, количество ячеек которой (разрешение), как и размер отдельных элементов, варьируется. Преимущество традиционных растров — мягкие средние тона, хотя в тенях не исключено заливание, а в высоких светах — резкий скачок оптической плотности [3]. Работа посвящена проблеме качества воспроизведения тонов на флексографском оттиске с регулярным растром.

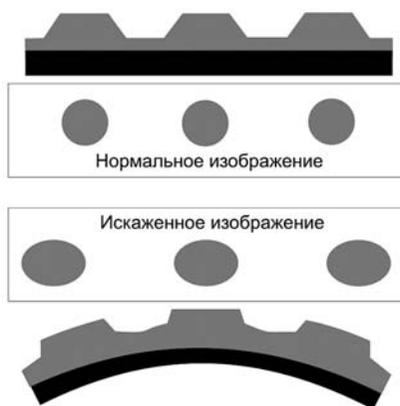


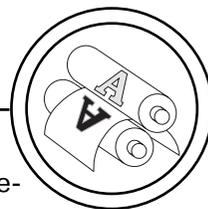
Рис. 1. Искажение изображения в направлении печати

## Постановка проблемы

Целью любого производства является изготовление продукции максимально возможного качества. С расширением возможностей флексографии (в частности, повышения значения используемой для представления изображений линиатуры) повысились и требования к правильному воспроизведению тоновых переходов и градаций оригинала на оттиске.

Значения тоновых и цветовых величин на стадии допечатных и печатных процессов подвержены отклонениям от идеальных градационных кривых процесса воспроизведения. Одна из причин такого отклонения — растискивание точки — весьма значительна при флексографском способе печати [1]. Взаимодействие формы и материала здесь нельзя назвать «легким касанием» (kissing), как в офсете, здесь происходит натискивание формы на запечатываемый материал [4], приводящее к увеличению размеров точки на оттиске и «забиванию» пробелов краской в высоких тенях.

Не менее важным вопросом для дизайнеров и типографий является необходимость компенсировать деформацию фотополлимерных форм. Плоские клише фиксируются на формном цилиндре двусторонней липкой лентой, при этом происходит небольшая деформация поверхности, или дисторсия (distortion) — увеличение размеров печатающих элементов, обнаруживаемое в направлении печати (рис. 1), что обусловлено кривизной, возникающей при изгибе высокоэластичной печат-



ной формы. Это явление также называют «относительным удлинением» (elongation) [4].

Для компенсации искажения изображение подвергают «предварительному сжатию» в этом направлении, используя макет верстки полосы или программное обеспечение для спуска полос. Обычно этим занимаются в подразделении допечатной подготовки — чаще всего в специализированных фирмах или в самой типографии, причем сама компенсация осуществляется до растривания изображения в графическом редакторе или растровом процессоре. При этом компенсируется удлинение оттиска в целом, т.е. на печатные элементы клише продолжает действовать деформация удлинения.

Меры для компенсации действия всех факторов можно предпринять тогда, когда известны характер и величина отдельных отклонений, а также известны методы и средства противодействия им.

### Цель работы

Исследование проблемы искажения формы растровой точки флексографского клише при его монтаже на формный цилиндр печатной машины и, как следствие, искажения формы точки на оттиске, получаемом с такого клише, и разработка процедуры компенсации этого искажения для улучшения качества получаемого изображения.

### Методика исследования

Предложен метод расчета удлинения растровой точки на ос-

новании геометрической модели (рис. 2) и формул для длины дуги окружности  $l$ :

$$l = \frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot \alpha}{360},$$

где  $R$  — радиус окружности,  $\alpha$  — центральный угол дуги.

Поскольку при монтаже печатной формы полимерный материал испытывает линейную деформацию растяжения в направлении печати (т.е. вдоль окружности цилиндра), печатный элемент клише (растровая точка в форме окружности) под воздействием деформации приобретает форму эллипса, причем это искажение теоретически должно быть равномерно по всей пластине. Величина удлинения печатной поверхности клише по отношению к ее нормальному (недеформированному) состоянию рассчитывается по формуле:

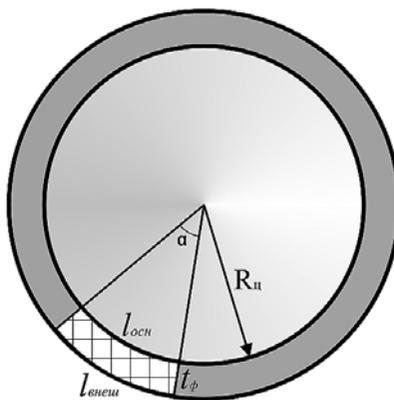
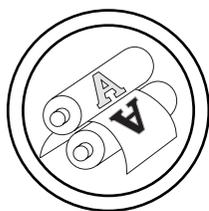


Рис. 2. Геометрическая модель для расчета величины искажения печатной поверхности клише



$$\Delta l = l_{\text{внеш}} -$$

$$-l_{\text{осн}} = \frac{l_{\text{осн}}}{R_{\text{ц}}} \cdot t_{\text{ф}},$$

где  $l_{\text{осн}}$  и  $l_{\text{внеш}}$  — длина подложки и внешней поверхности формы соответственно,  $t_{\text{ф}}$  — толщина печатной формы,  $R_{\text{ц}}$  — радиус цилиндра печатной машины.

Относительная величина растяжения рассчитывается как отношение  $\Delta l$  к исходной длине пластины.

Для проверки предложенного метода расчета удлинения печатной поверхности клише проведено экспериментальное исследование параметров исходной и искаженной точки регулярного растра.

Для проведения экспериментального исследования был взят набор контрольных шкал на от-

тисках для линиатур 100, 110, 120, 130, 140, 150, 175 и 200 lpi для красок СМУК, полученных флексографским способом, а также тестовое клише Nyloflex (BASF) для линиатур 20–70 лин/см (шаг 10 лин/см) с полями 1–20 % заполнения растровой ячейки (шаг 1 %) толщиной 1,7 мм, длиной оттиска 10 см, изготовленная лазерным способом (материалы предоставлены ЗАО «НИИ лазерных технологий»).

Измерения параметров точек проводились при помощи USB-микроскопа Micro Capture и электронной линейки в приложении Adobe Photoshop, теоретические расчеты и построение графиков — в приложении Microsoft Excel 2000.

**Результаты проведенных исследований**

На основании сравнения измеренных диаметров точек на тестовом клише с теоретически рас-

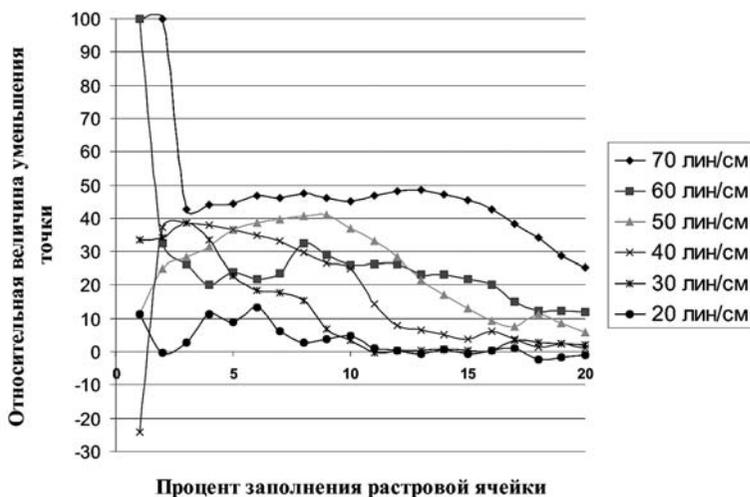


Рис. 3. График зависимости величины уменьшения точки на клише от процента заполнения растровой ячейки для различных линиатур растра

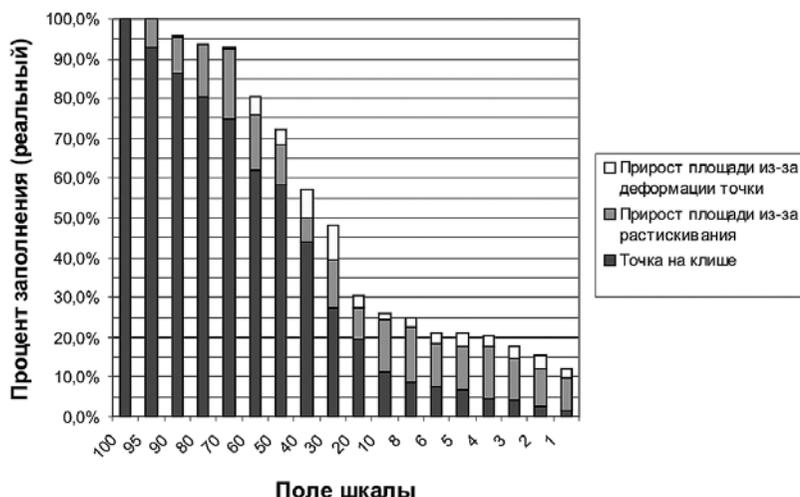
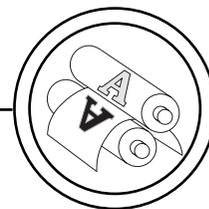


Рис. 4. Результирующая площадь точки на оттиске

считанными значениями этой величины для ячеек шкалы с различными линиятурами растра (из соотношения линиятуры и процента заполнения растровой ячейки) построен график (рис. 3), отображающий тенденцию к уменьшению размеров печатных элементов на клише при его изготовлении «цифровым» лазерным способом. Также на гра-

фике видно, что чем меньше процент заполнения растровой ячейки — т.е. чем меньше целевая точка, которую необходимо воспроизвести на клише, — тем больше риск ее уменьшения в процессе химической обработки фотополимерной пластины, при этом самые мелкие точки (1–3 %) воспроизводятся печатной формой нестабильно

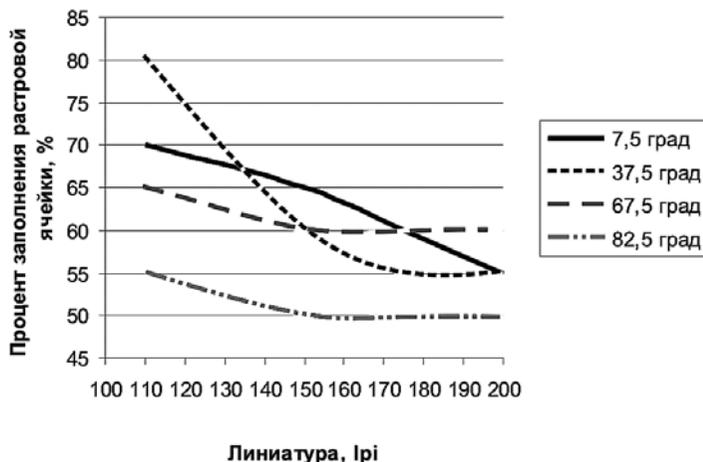
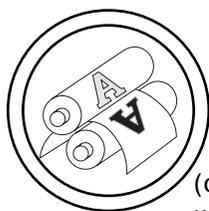


Рис. 5. Зависимость момента появления тонового скачка на изображении от линиятуры для флексографских углов поворота растра



(об этом свидетельствуют скачкообразные изменения величины уменьшения точек при малых процентах тонов).

Наибольшее негативное влияние удлинение растровой точки оказывает в средних тонах. При этом печатающие элементы клише соприкасаются в направлении печати, в результате этого, в сочетании с растискиванием, площадь точки на оттиске значительно увеличивается, приводя к тоновому скачку на изображении. Эта тенденция показана на диаграмме накопления (рис. 4), отображающей вклад растискивания и деформации формы точки в результирующую площадь точки на оттиске.

В зависимости от линиатуры и угла поворота растра тоновый скачок на изображении возникает при разном проценте заполнения растровой ячейки (рис. 5, 6).

Как видно из рис. 5, 6, тоновый скачок возникает гораздо раньше при высоких значениях

линиатуры в связи с увеличением растискивания краски на оттиске и при значениях угла поворота растровой решетки, близких к  $90^\circ$ . Следовательно, минимальное негативное влияние деформация формы точки оказывает при углах поворота растра, близких к  $45^\circ$ , и при более низких значениях линиатуры.

На рис. 7 показана общая тенденция удлинения точек на оттиске для исследуемых шкал. Как видно из графика, реальная ситуация, наблюдаемая на оттиске, не соответствует предположению о равенстве относительной величины удлинения для всех печатных элементов клише.

Это можно объяснить несоответствием реального процесса деформации выбранной модели. Следовательно, реальная модель — многофакторная, на величину относительного удлинения точек разных размеров влияет не только толщина пластины и диаметр вала (или длина оттиска), но и упругоэластические свойства конкретного материала клише, глубина рельефа, параметры профиля печатного элемента (угол наклона, форма), характеристики печатной формы (качество изготовления, однородность материала в объеме пластины), давление при печати и, возможно, другие неучтенные факторы.

На основании сравнения теоретических и экспериментальных величин удлинения растровой точки определена погрешность предложенного метода расчета удлинения печатной поверхности клише; усредненная по всем значениям линиатуры

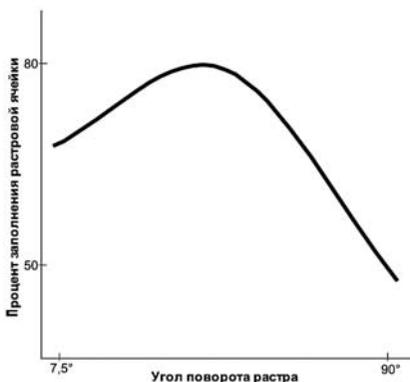
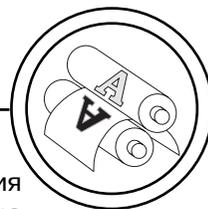


Рис. 6. Зависимость момента появления тонового скачка на изображении от угла поворота растровой решетки



и процента заполнения растровой ячейки погрешность равна 6,7 %.

*Расчет параметров компенсирующего воздействия*

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что параметры компенсации продольного удлинения поверхности печатной формы следует рассчитывать не для конкретной точки, а исходя из характеристик всего клише (толщины, длины оттиска).

Исходя из условия равенства длины нормальной неискаженной точки (диаметра в направлении печати) длине искаженной компенсированной точки, предложено следующее выражение для расчета величины продольного сжатия изображения:

$$m = 1 - \frac{1}{1+n}$$

где  $m$  — искомая величина продольного сжатия изображе-

ния,  $n$  — величина удлинения печатной поверхности клише (в долях от единицы). Правильность формулы подтверждается теоретическими расчетами и моделированием процедуры компенсации в графическом редакторе.

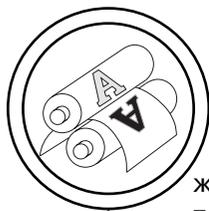
Таким образом, предлагается такая последовательность действий при расчете параметров компенсации для вывода изображения на конкретное клише:

- установить параметры печатной формы (толщину, длину оттиска, способ изготовления);
- рассчитать относительную величину удлинения печатной поверхности клише;
- определить процент сжатия изображения  $m$  (%) в направлении печати;
- реализовать процедуру компенсации в процессе подготовки изображения.

Предложенная методика применима в реальном процессе допечатной подготовки изобра-



Рис. 7. Относительная величина удлинения точки на оттиске в зависимости от процента заполнения растровой ячейки



жений к выводу на формные материалы при условии наличия специализированного программного обеспечения, позволяющего вносить коррективы в исходное изображение.

### **Выводы**

1. Исследована проблема снижения качества тоновоспроизведения на оттиске за счет деформации формы печатных элементов флексографского клише.

2. Установлена зависимость величины искажения формы растровой точки от линиатуры и угла поворота раstra изображения на оттиске, полученном с флексографской формы.

3. Разработана методика компенсации искажения формы печатных элементов, которая позволяет минимизировать влияние этого фактора на качество воспроизведения изображений.

1. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства [Текст] / Гельмут Киппхан; Пер. с нем. — М. : МГУП, 2003. — 1280 с. 2. Ткаченко В. П. Оперативні та спеціальні види друку. Технологія, обладнання [Текст]: Навч. посібник / В. П. Ткаченко, В. П. Манаков, А. В. Шевчук. — Х. : ХНУРЕ, 2005. — 336 с. 3. Аткинсон Д. Технологии растривания во флексографии [Электронный ресурс] / Дейв Аткинсон // Флексография и спецвиды печати. — 2008. — № 2. — Режим доступа до журн. : [www.publish.ru/fsp](http://www.publish.ru/fsp). 4. Толивер-Нигро Х. Технологии печати [Текст]: учеб. пособие для вузов / Пер. с англ. Н. Романова. — М. : ПРИНТ-МЕДИА центр, 2006. — 232 с.

Рецензент — В. П. Авраменко,  
професор, ХНУРЕ

Надійшла до редакції 02.02.11