

УДК 544.5



М.П. Кулинченко<sup>1</sup>, М.Г. Зубченко<sup>2</sup>, М.А. Чабан<sup>3</sup>, И.Б. Чеботарева<sup>4</sup>

<sup>1</sup>«НИИ Лазерных технологий», г. Харьков, Украина, rita-kulini4i@mail.ru

<sup>2</sup>ХНУРЭ, г. Харьков, Украина, zumaxxx@mail.ru

<sup>3</sup>«НИИ Лазерных технологий», г. Харьков, Украина, rita-kulini4i@mail.ru

<sup>4</sup>ХНУРЭ, г. Харьков, Украина, irina7271@mail.ru

## ТЕХНОЛОГИЯ FLAT TOP DOTS В ИЗГОТОВЛЕНИИ ФЛЕКСОГРАФСКИХ ПЕЧАТНЫХ ФОРМ

Рассмотрены технологии плоской точки nyloflex NExT в сочетании с комплексом Pixel+, которые на практике можно использовать для повышения качества флексографской печати. Преимуществом использования данных технологий является повышение оптической плотности красочного слоя на оттиске, формирование устойчивых растровых точек на фотополимерной печатной форме.

СТР, UV LED, UV А, NYLOFLEX NEXТ, PIXEL+, HD FLEXO, MICROCELL, ПЛОСКОВЕРШИННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, FLAT TOP DOTS, АМ-РАСТРИРОВАНИЕ

### Введение

Известно, что классическая цифровая технология изготовления фотополимерных печатных форм (технология Computer-to-Plate) предполагает основное экспонирование фотополимерной пластины УФ-лампами диапазона «А» (400 нм - 315 нм) в присутствии кислорода. Воздействие кислорода при основном экспонировании фотополимерной печатной формы (ФППФ) приводит к формированию пулевидной растровой точки.

С одной стороны, форма и характеристики печатных элементов цифровой печатной формы способствуют повышению качества флексографской печати по сравнению с аналоговой технологией изготовления ПФ, с другой стороны – технология СТР все еще имеет ряд ограничений, которые не позволяют флексографской печати конкурировать с глубокой и офсетной печатью.

Целью представленной работы является исследование технологии плоской точки (Flat Top Dots) nyloflex NExT в сочетании с комплексом Pixel+ как средства повышения качества флексографской печати.

### 1. Анализ основных проблем флексографской печати с использованием цифровых ФППФ

Рассмотрение разнообразных печатных образцов этикетки и гибкой упаковки позволяет выделить основные проблемы флексографской печати.

1. Трудность при воспроизведении высокодетализированных изображений. Данная проблема возникает из-за жесткой связи между линиатурой печати и минимальным размером растровых элементов. Минимальный размер печатного элемента ограничен разрешающей способностью фотополимерной пластины.

2. Градационные искажения в тенях изображения:

- недостаточная насыщенность цвета (яркость плашек), эффект «седой плашки»;
- затекание краски на пробельные участки оттиска.

Перечисленные проблемы обусловлены не только высоким уровнем растискивания (более подробно данные вопрос рассмотрен ниже). Потеря оптической плотности оттиска вызвана плохим смачиванием краской поверхности печатающих элементов, в особенности плашек. Затекание краски возникает вследствие малой глубины пробельных элементов в глубоких тенях и выворотных элементах.

3. Градационные искажения в светах изображения:

- неустойчивое воспроизведение плавных градационных переходов в «ноль»;
- резкие скачки оптической плотности в высоких светах изображения.

Градационные искажения в светах определены использованием АМ-растров, низкой прочностью связи печатающих элементов малого размера с основанием формы, а также высоким уровнем растискивания.

Значительную роль при возникновении вышеперечисленных проблем играет воздействие кислорода на поверхность фотополимера при основной засветке. Это приводит:

а) к уменьшению размеров печатного элемента. Таким образом, чтобы получить однопроцентную растровую точку на клише, необходимо задать компенсацию при снятии масочного слоя с поверхности фотополимера;

б) образованию «пулевидной» растровой точки с закругленной вершиной, очень чувствительной к давлению печатания (рис.1);

в) снижению высоты растровых точек (рис.1). Кислородное ингибирование не позволяет сформироваться вершине растровой точки на уровне толщины фотополимера. Высота участка растрового поля ниже, чем высота поля со стопроцентным заполнением (плашки) (рис.2). Таким образом, при печати раstra и плашки с одной печатной формы, возникает избыточное давление на поверхность плашки, что приводит к образованию ореолов вокруг печатного

элемента, затеканию выворотных элементов, уменьшению оптической плотности плашки.

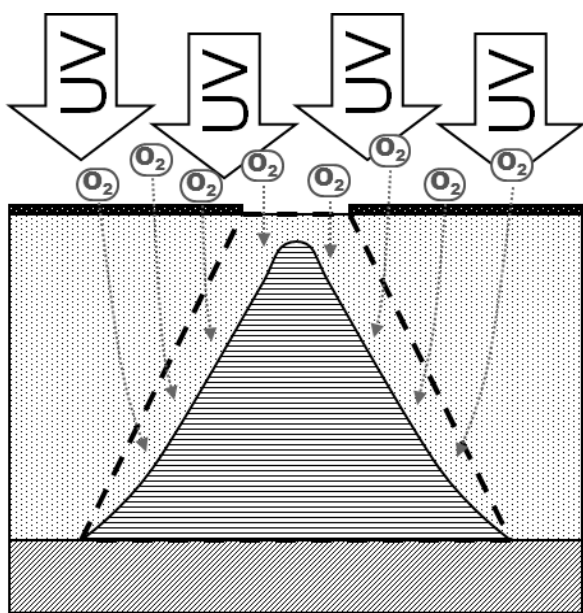


Рис. 1. Воздействие кислорода на процесс полимеризации

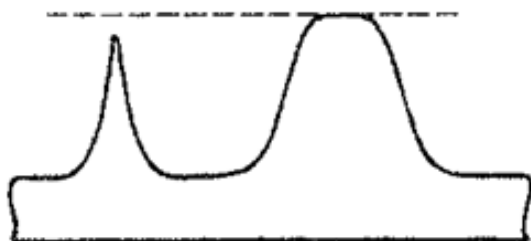


Рис. 2. Рельеф фотополимерной формы, изготовленной по цифровой технологии

Следовательно, особенности цифровой технологии изготовления печатных форм приводят к формированию нестабильных печатных элементов в светах изображения. Это приводит к ухудшению воспроизведения изображений во флексографии, особенно иллюстрационных, и к потере маленьких печатных элементов.

## 2. Современные технологии изготовления фотополимерных печатных форм

Одним из путей решения вышеперечисленных проблем является формирование «плоской» вершины печатных элементов. Технологии получения плосковершинных растровых точек (Flat Top Dots) предполагают блокирование ингибирующего влияния молекулярного кислорода на поверхность фотополимерной пластины.

На сегодняшний день существует два способа устранения негативного воздействия кислорода на процесс полимеризации:

а) протекторный:

1) ламинирование пленками (технология Kodak Flexcel NX, суть которой заключается в использовании вместо фотоформы термочувствительной многослойной

пленки Kodak TPL, на которой записывается негативное изображение. После записи изображения, пленку прикатывают к обычной аналоговой форме с помощью ламинатора. Далее следует обычная последовательность стадий, которые свойственны аналоговому процессу. Следует отметить, что недостатком технологии Kodak Flexcel NX является привязка к конкретному типу фотополимера, на который может ламинироваться пленка. Данный тип фотополимера является жестким и выпускается в двух толщинах, что не всегда удовлетворяет требованиям печатного производства);

2) инертные газы (технология DigiFlow от DuPont – это модификация экспонирующей рамы Cyrel, которая включает в себя встроенную камеру для создания контролируемой атмосферы (практически чистый азот);

б) фотохимический – источник высокоинтенсивного излучения (технология nyloflex NExT от Flint Group Flexographic Products).

Технология nyloflex NExT, по сравнению с альтернативными технологиями, не предполагает использования каких-либо инертных газов, что само по себе не безопасно, или дополнительных расходных материалов, таких как пленки для ламинации. Реализация данной технологии заключается в модификации экспонирующей установки посредством подвижного блока светодиодов. В остальном же экспонирующее устройство nyloflex NExT Exposure не отличается от стандартных экспонирующих установок для изготовления цифровых ПФ. За счет этого технология nyloflex NExT может применяться для изготовления клише на всех толщинах и типах цифрового фотополимера.

Технология изготовления цифровых печатных форм nyloflex NExT основана на инновационном способе экспонирования фотополимерных материалов в два этапа.

1-й этап – высокоинтенсивное экспонирование светодиодами (UV LED). Световой поток высокой интенсивности ( $> 800$  мВт/м.кв) выжигает кислород с поверхности пластины, тем самым уменьшая отрицательное кислородное ингибирование полимеризации, благодаря чему печатные элементы приобретают плоскую вершину (рис.3).

2-й этап – экспонирование UV-A лампами для формирования устойчивого основания печатного элемента (рис.3).

Преимущества технологии плоской точки nyloflex NExT по отношению к стандартной цифровой технологии изготовления ФППФ:

– воспроизведение печатных элементов 1:1. Площадь растровой точки в файле соответствует площади растровой точки на масочном слое и впоследствии на печатной форме. В связи с этим нет необходимости в построении компенсационных кривых при изготовлении клише;

– нет необходимости разбивать комбинированные изображения на две печатные формы: растровые точки и плашки имеют одинаковую высоту;

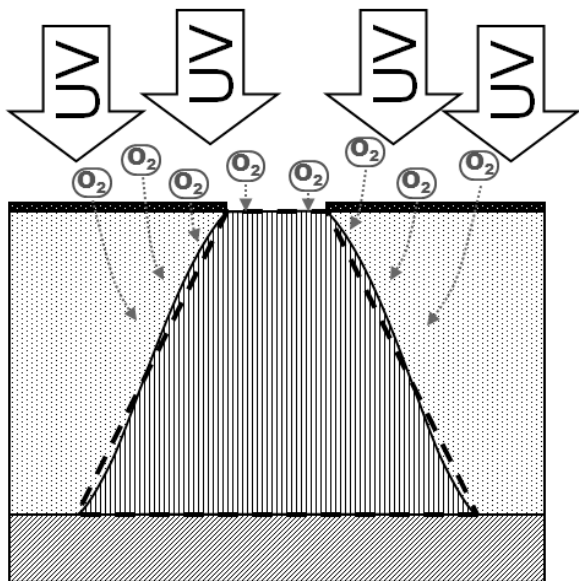


Рис. 3. Профиль растровой точки на цифровом клише, изготовленном по бескислородной технологии

- растровые точки, даже маленького размера, устойчивы и гораздо менее чувствительны к давлению;
- значительно меньшее растекание точек – формы, изготовленные по технологии nyloflex NExT, нуждаются в меньшем давлении при печати;
- увеличение тиражестойкости печатной формы за счет уменьшения давления при печати.

Технология плоской точки может сочетаться с технологией HD Flexo от Esko.

Технология гибридного растривания HD Flexo предполагает:

- использование технологии микрорастривания MicroCell. По сути, микроячейки MicroCell – это прерывистая структура на поверхности цифровых пластин. За счет нанесения микроячеек на плашки и остальные участки градационной шкалы является возможным передача большего количества краски на оттиск, чем при печати гладким цифровым клише. Краска не растекается, а оптическая плотность оттиска увеличивается;

- использование гибридных растров HD Flexo. Гибридные растры используют в светлых участках растровые точки разного размера. Крупные точки (опорные) не дают более мелким «проваливаться» в ячейки анилоксого вала, исключая градационные скачки в светах изображения. При приближении к 0% одни растровые точки исчезают раньше, чем другие. Благодаря такому способу глаз видит, что точки отображаются ровно, формируя однородный тон. Таким образом решается проблема обрыва тона. Это полная противоположность стохастическим методам, в которых используется меньшее количество точек при уменьшении процента растра. Отрицательной стороной

более низкой частоты точек является более заметная зернистость в светлых участках, в частности при печати несколькими цветами. Именно поэтому решением обрыва тона является амплитудно-модулированное растривание с исчезновением растровых точек;

- высокую разрешающую способность оптической системы лазерного устройства. Гравировка масочного слоя пластины (LAM) осуществляется при разрешении 4000 ppi, в то время как стандартная технология StP предполагает гравировку пластины при разрешении 2540 ppi. Наличие большого количества пикселей для формирования определенного элемента приводит к более гладким краям и лучшему качеству растровых точек, так же как и штриховых элементов. RIP способен к реализации большего количества уровней серого, что приводит к повышению контраста и резкости деталей печатаемого изображения. Это особенно заметно в случае печати изображения, требующего резкого изменения тонального значения на коротком расстоянии (например, короткие виньетки к нулю или маленькие изображения).

На практике успешное объединение преимуществ технологии HD Flexo и nyloflex NExT является возможным в сочетании с технологией Pixel+ (Esko).

Pixel+ – это система улучшений для комплекса HD Flexo в оптике, электронике и растривании. Технология Pixel+ предполагает использование линзы без хроматических aberrаций и так называемых Single Pixel Screens для формирования микроячеек на печатных элементах.

### 3. Экспериментальная часть

Результатом выполнения экспериментальной части исследовательской работы является получение тестового клише и оттиска с применением стандартной технологии StP и технологии плоской точки nyloflex NExT в сочетании с комплексом Pixel+, их анализ.

Реализация экспериментальной части была проведена на базе предприятия АО «НИИ Лазерных технологий» и одном из печатных производств города Харьков. Печатные формы были выведены с использованием стандартных параметров обработки фотополимеров, принятыми в «НИИ Лазерных технологий». В таблице 1 представлено оборудование, используемое для получения цифровых печатных форм.

Таблица 1. Оборудование для получения цифровых печатных форм

Оборудование	Технология	
	HD Flexo	nyloflex Next
Лазерный гравёр	Esko Cyrel Digital Imager Spark 4260	Esko Cyrel Digital Imager Spark 4835
Экспонирующее устройство	Combi F III	Nyloflex Next Exposure
Вывывное устройство	Flowline Washer F III	
Постэкспозиция, финишинг	Combi F III	

С учетом специфики работы печатного предприятия (печать гибкой упаковки на пленочных материалах) для получения печатных форм выбрана тонкая цифровая пластина nyloflex ACE 1,14 D фирмы Flint Group, жесткостью 78° по Шору.

Для изготовления тестового клише по технологии nyloflex NExT в сочетании с Pixel+ была произведена предварительная печать так называемого SteptestP+ – рисунок 4 при стандартных условиях печатания задействованного предприятия.



Рис. 4. SteptestP+

Данный тест необходим для определения параметра Pixel+, который непосредственно влияет на мощность лазерного луча при формировании микрочечек на масочном слое. Тест является однокрасочным. Выбор параметра Pixel+ осуществляется путем оценки прироста оптической плотности 100%-го участка растра с микроструктурами по сравнению с участком без микроструктур.

Печать тестовых оттисков произведена на печатной машине Tascy. Запечатываемый материал LDPE 30. Линиатура анилоксового вала – 320 лин/см, краскоперенос 5,2 см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>. Краска на спиртовой основе серии Poliroto Etox. Вязкость краски 20 с. Скорость печати – 150 м/мин. Монтажная лента средней жесткости фирмы 3M, толщина 0,38 мм. Линиатура печати – 126 lpi.

Анализ однокрасочного оттиска SteptestP+ показал, что прирост оптической плотности 100%-го участка составляет 0,21 D при значении Pixel+ 250 (P+=250) и использовании микроструктур открытого типа WSI.

Для выявления возможностей повышения качества флексографской печати с применением рассматриваемых технологий изготовления клише было подготовлено тестовое изображение (мишень) (рис.5).

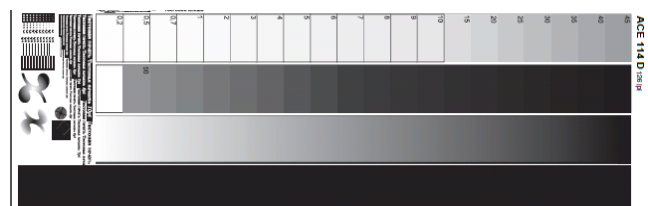


Рис. 5. Тестовое изображение

В состав мишени включены следующие элементы:

- плашка – необходима для измерения оптической плотности оттиска;
- растровые шкалы (градации) из полей с различной относительной площадью точек;
- фрагменты текста – два блока с различными шрифтами и начертаниями размерами от 3 до 10 пунктов. В одном блоке текст набран без фона, в другом представляет собой выворотку на плашке;

- отдельно стоящие точки и их инверсные изображения, различного размера;
- градиент с переходом в 0%;
- отдельно стоящие штриховые элементы различного размера, в том числе и на выворотке;
- миры контроля растискивания и скольжения.

С использованием данного оригинал-макета было получено 2 клише и произведена их печать:

- стандартное цифровое клише с пулевидной растровой точкой с гладкими печатными элементами;
- цифровое клише с плоской вершиной и микроструктурой WSI на поверхности всех печатных элементов. Параметр Pixel+ 250. К тестовому изображению было применено 4 алгоритма растривания, чтобы выбрать наиболее подходящий для тестируемых анилоксов с точки зрения минимального количества пикселей при формировании наименьшей растровой точки. Протестированные алгоритмы растривания: C15MCWSI\_P06\_P+, C18MCWSI\_P06\_P+, C21MCWSI\_P04\_P+, C25MCWSI\_P04\_P+.

Растр C25MCWSI\_P04\_P+ показал наиболее удовлетворительные результаты печати, поскольку минимальная растровая точка не проваливается в ячейку анилоксового вала и образует наиболее чистый переход в 0%. Данный алгоритм растривания характеризуется минимальной растровой точкой в 25 пикселей и формированием обводки шириной 4 пикселя вокруг выворотных элементов (рис.6, 7).

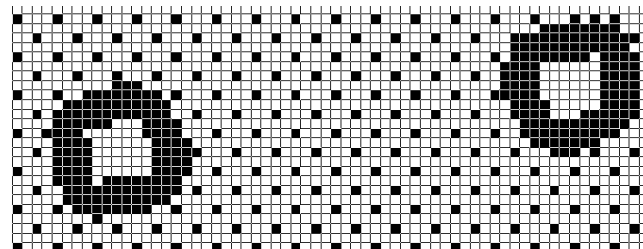


Рис. 6. Микроструктура типа WSI и обводка в 4 пикселя при срастании растровых точек в однобитном файле (растр 98%)

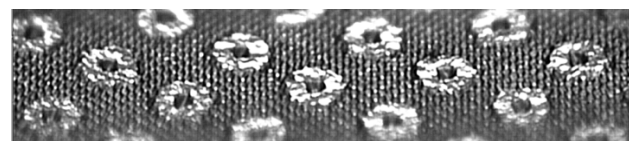


Рис. 7. Микроструктура типа WSI и обводка в 4 пикселя при срастании растровых точек на клише (растр 98%)

Формирование обводки такого плана не позволяет краске затекать на пробельные элементы и мелкие выворотки, следовательно, исключает градационные искажения в тенях изображения, одновременно повышая оптическую плотность оттиска.

На рисунках 8,9 представлены фотографии плашек с выворотным текстом, полученные с цифрового клише без микроструктур и плосковершинного клише с микроструктурой WSI.

Данные фотографии показывают, что наличие микроструктур на поверхности клише действительно

способствует уменьшению разрывов красочного слоя на оттиске, а наличие обводки не позволяет затекать краске в мелкие выворотки.



Рис. 8. Выворотный текст на плашке (цифровое клише без микроструктур)

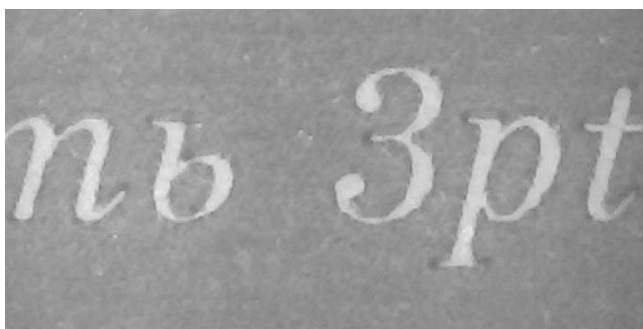


Рис. 9. Выворотный текст на плашке с микроструктурой

Оптическая плотность плашки без микроструктур – 0,96D, с микроструктурой – 1,24D. Прирост оптической плотности составил 0,28D.

На рисунках 10, 11 представлены 1%-е растровые поля на цифровом и плосковершинном клише.

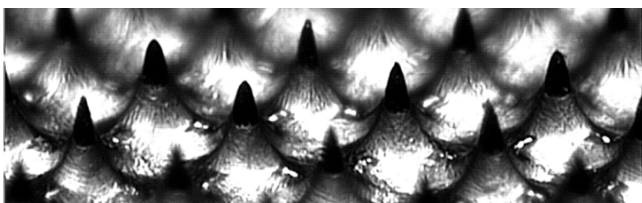


Рис. 10. Растровое поле 1% на цифровом клише

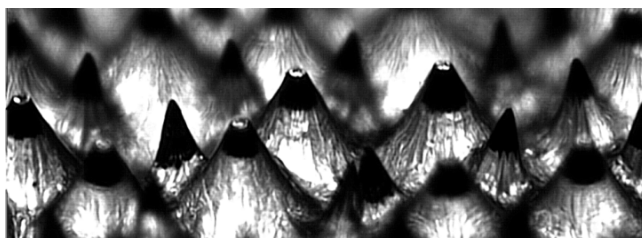


Рис. 11. Растровое поле 1% на плосковершинном клише с поддерживающими точками

Профиль 1%-й растровой точки на цифровом клише является неустойчивым (угол наклона 60 градусов не выдержан), точка пикообразная. Подобные точки очень чувствительны к давлению. В процессе печати тиража такая точка деформируется, начнет переносить грязь на запечатываемый материал и с течением времени отломается.

Плосковершинные растровые точки имеют устойчивые основания и правильно сформированные вершины.

При этом растры HD Flexo отличаются наличием крупных точек, которые не должны давать более мелким точкам погружаться в ячейки анилоксосового вала.

На рисунках 12, 13 представлены оттиски 1%-х растровых полей, полученных с цифрового и плосковершинного клише.

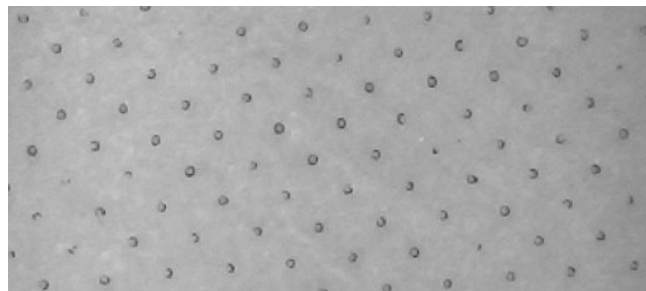


Рис. 12. Растровое поле 1%, цифровое клише, АМ-растр

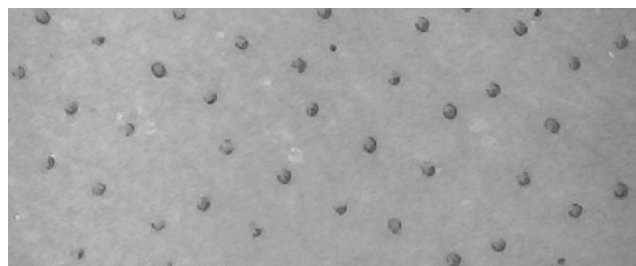


Рис. 13. Растровое поле 1%, плосковершинное клише, HD-Flexo-растр

Следует отметить, что на обычном цифровом клише не сформировались растровые точки ниже 0,7%, в то время как на плосковершинном клише сформировался устойчивый растр в 0,2%.

Для расчета контраста изображения (растровых шкал одноцветных оттисков) использована формула:

$$K = \frac{D_S - D_r}{D_S}, \quad (1)$$

где  $D_S$  – оптическая плотность сплошного красочного слоя;

$D_r$  – оптическая плотность минимального растрового поля.

Контраст оттиска с цифрового клише составил 0,96, контраст оттиска с микроструктурами и гибридными растрами составил 0,99.

Таким образом, плосковершинная технология в сочетании с гибридным растром HD Flexo позволяет избежать градиционных искажений в светах изображения и дает возможность сформировать на клише самые маленькие печатные элементы, увеличить контраст печати, расширяя диапазон передаваемых градаций.

Проведенные исследования показывают, что технологии плоской точки nyloflex NExT в сочетании с

комплексом Pixel+ можно на практике использовать для повышения качества флексографской печати.

### Выводы

Комбинация гибридных растров HD Flexo с технологией nyloflex NExT посредством технологии Pixel+ позволяет сформировать устойчивую структуру растровых точек на форме, которые не выпадают в процессе печатания тиража, что обеспечивает стабильное и плавное воспроизведение градиентов вплоть до значения 0%. Совместное использование двух технологий позволяет печатать комбинированные изображения (растры и плашки) с одной печатной формы с минимальным удельным давлением печатания. Сформированные микроструктуры позволяют повысить оптическую плотность плашек.

В статье представлены результаты визуальной оценки цифрового и плосковершинного клише и соответствующих оттисков. Они будут использованы для проведения дальнейших исследований на тему повышения качества флексографской печати.

**Список литературы:** 1. Полянский, Н.Н. Технология формных процессов / Н.Н. Полянский, О.А. Карташева, Е.Б. Надирова; под общ. ред. Н.Н. Полянского. – М.: МГУП, 2007. – 366 с.  
2. Допечатный процесс в флексографии. – Режим доступа: <http://pechatnick.com/articles/dopechatnii-process-v-fleksografii>.  
3. Cyrel DigiFlow для создания плоской поверхности печатающих точек по требованию. – Режим доступа: <http://www.dupont.ru/products-and-services/printingpackage-printing/flexographic-platemaking-systems/brands/cyrel/products/sub-products/cyrel-digiflow-for-flat-top-dots.html>.

*Поступила в редакцию 16.05.2016*

УДК 544.5

**Технологія Flat Top Dots у виготовленні флексографських друкованих форм** / М.П. Кулінченко, М.Г. Зубченко, М.А. Чабан, І.Б. Чеботарова // Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал. – 2016. – № 1(86). – С. 149-154.

У статті виділено основні проблеми флексографічного друку, які виникають при використанні цифрових фотополімерних друкованих форм з пулевідною вершиною. Розглянуто сучасні технології виготовлення ФППФ, такі як технологія гібридного растрування HD Flexo і технологія плоскої точки nyloflex NExT. На практиці перевірено об'єднання переваг технології HD Flexo і nyloflex NExT за допомогою застосування технології Pixel+.

Лл. 13. Табл. 1. Бібліогр.: 3 назв.

UDC 544.5

**Flat Top Dots technology in flexographic printing plates production** / M.P. Kulinchenko, M.G. Zubchenko, M.A. Chaban, I.B. Chebotarova // Bionics of Intelligense: Sci. Mag. – 2016. – № 1(86). – P. 149-154.

The main problems which arise with using digital photopolymer printing plates with round top dots are singled in the article. There is considered modern technologies in photopolymer printing plates manufacturing like technology of hybrid rasterization HD Flexo and flat top dots technology nyloflex NExT. In practical work we tested association of advantages of HD Flexo and nyloflex NExT technologies using Pixel+ technology.

Fig. 13. Tabl. 1. Ref.: 3 items.