

А. А. САМОХВАЛОВ, М. В. ЯРЧУК

## ЛАЗЕРНАЯ ОЧИСТКА РАСТРИРОВАННЫХ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ВАЛОВ

Разработана технология сухой лазерной очистки растрированных полиграфических валов от различных типов краски. Экспериментально подтверждена безопасность данного способа удаления загрязнений для различных микрорельефов керамического покрытия растрированных валов.

*Ключевые слова:* флексография, растрированный (анилоксовый) вал, лазерная очистка, волоконный лазер, термомеханический эффект.

**Введение.** Растрированный (анилоксовый) вал — цилиндр, имеющий ячеистую равномерно гравированную поверхность (микрорельф), который используется во флексографской печатной машине для переноса краски на печатную форму. Флексография на данный момент — единственный способ печати, применение которого расширяется в упаковочном, этикеточном и газетном производстве благодаря высокой рентабельности.

Полиграфисты считают анилоксовый вал „сердцем“ печатной машины, помимо того данная деталь является самой дорогостоящей во флексографической машине. На рис. 1 представлен печатный аппарат флексографической печатной машины: растрированный (анилоксовый) вал 1, погруженный в красочный ящик 2, наносит слой краски на печатную форму 3, смонтированную на формном цилиндре 4. Контакт запечатываемого материала 5 с формой 3

обеспечивается печатным цилиндром 6, краска переносится на подложку, на выходе получается оттиск 7. Излишки краски снимаются ракелем 8.

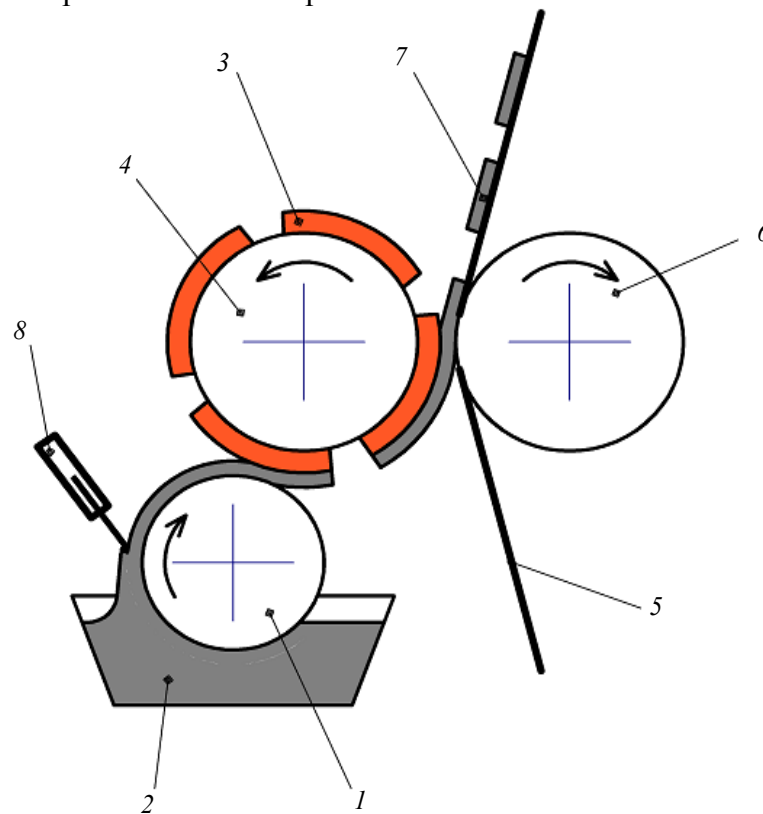


Рис. 1

Переносить краску растрированный вал может благодаря своему микрорельефу, созданному лазерным гравированием. Микрорельеф выполняет роль „красочных карманов“: при вращении вала в красочном ящике ячейки захватывают краску и переносят ее на печатные элементы формы. Ширина ячейки может составлять от 10 до 100 мкм. Стоит отметить, что основной проблемой при эксплуатации растрированных валов является сохранение тонкой перемычки (рис. 2).

Залогом сохранения свойств поверхности и долгой его службы является ежедневная и глубокая очистка, первая выполняется в печатной машине, пока краска не успела засохнуть, второй вид очистки необходимо проводить не реже одного раза в неделю.

Оптическая плотность печатного оттиска напрямую зависит от количества краски, переносимой валом, определяемого глубиной гравировки, поэтому результат очистки растрированных валов определяет качество полиграфических услуг данного вида печати.

Современные способы очистки не позволяют удалять застарелую краску со дна ячеек анилоксосового вала, вследствие чего не восстанавливается уровень краскопереноса. Используя некоторые способы глубокой очистки, можно повредить поверхность вала — разрушить тонкие перемычки [1, 2]. Сформулируем требования к методу очистки растрированных валов:

— обеспечение глубокой очистки анилоксосового вала: сухие остатки красочного пигмента, смолы и др. вещества, оседающие на дне ячейки, должны полностью удаляться;

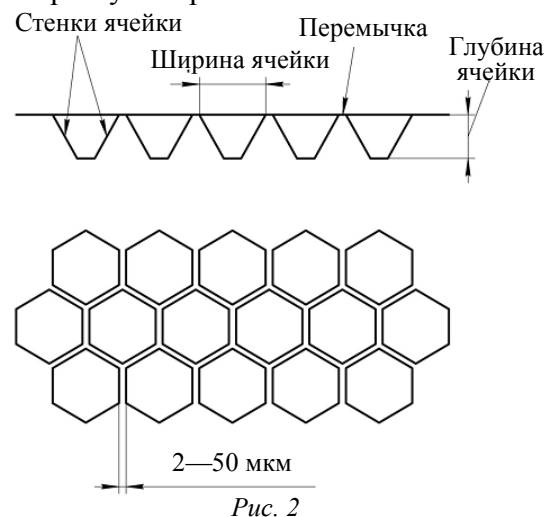


Рис. 2

- при очистке анилоксовый вал не должен быть поврежден;
- используемые средства очистки должны быть экологически безопасными;
- применение метода должно окупаться за счет продления срока службы растрiroванного вала.

**Режимы лазерной очистки анилоксовых валов.** Наиболее эффективным для удаления тонких слоев загрязнителя, как с точки зрения производительности, так и с точки зрения энергетической, является многоимпульсный режим лазерной очистки [3, 4]. Поэтому для очистки поверхности растрiroванного вала целесообразно использовать импульсный волоконный лазер, имеющий широкий диапазон перестройки частоты следования импульсов ( $f=20—100$  кГц) и высокое качество пучка  $M^2=1,1$ ; кроме того, полиграфические краски хорошо поглощают ближнее инфракрасное излучение (для  $\lambda=1,06$  мкм коэффициент поглощения  $\sim 0,8$ ).

Наименьшие повреждения поверхности достигаются при термомеханическом режиме лазерной очистки [4]. На сегодняшний день моделей термомеханической очистки не разработано, но можно сделать некоторые оценки, необходимые для построения технологического процесса.

Для удаления краски необходимо нарушение ее адгезии к поверхности анилоксового вала, что вызывается смещением частицы загрязнителя вследствие температурного расширения:

$$\delta = k \int_0^h \alpha T dy, \quad (1)$$

где  $k$  — коэффициент, учитывающий характер нагрева загрязнителя ( $k=0,5$ , так как частица нагревается равномерно по толщине),  $h$  — толщина частицы (глубина ячейки растрiroванного вала),  $\alpha$  — коэффициент линейного температурного расширения,  $T$  — заданная температура частицы.

Значения теплофизических коэффициентов загрязнителя можно принять равными физико-химическим константам канифоли: теплоемкость —  $c = 2,16 \cdot 10^3$  Дж/кг $\cdot$ °С, теплопроводность —  $\lambda = 0,158 \cdot 10^{-1}$  Вт/м $\cdot$ °С, плотность —  $\rho = 1,07 \cdot 10^3$  кг/м $^3$ , коэффициент —  $\alpha = 1,6 \cdot 10^{-4}$  °С $^{-1}$ .

На дне ячеек растрiroванного вала скапливаются засохшее связующее вещество и пигмент полиграфических красок.

Температура кипения полиграфической краски составляет примерно 250 °С [5], вследствие термомеханического эффекта отрыв загрязнителя происходит в твердой фазе [4], поэтому можно считать, что заданная температура  $T$  не превышает 250 °С.

Подставляя в формулу (1)  $T$ , найдем смещение частицы:  $\delta=0,2$  мкм (пределы интегрирования взяты от 0 до 10 мкм, что соответствуют толщине удаляемого красочного слоя).

На основании заданной температуры (250 °С) возможно сделать оценку максимальной плотности мощности излучения  $q_{\max}$ . Для этого воспользуемся выражением для плотности мощности  $q_{\max}$  [6], необходимой для нагрева до температуры  $T$ :

$$q_{\max} = \frac{(T - T_n) \lambda \sqrt{\pi}}{2(1 - R) \sqrt{a \tau}}, \quad (2)$$

$T_n$  — начальная температура частицы.

Условие одномерности лазерной очистки анилоксовых валов хорошо выполняется для радиуса пятна 50 мкм и длительности лазерного импульса  $\tau = 100$  нс:  $r \gg \sqrt{a \tau}$ , где  $r$  — размер фокального пятна, мкм;  $a$  — температуропроводность, м $^2$ /с;  $\tau$  — длительность импульса, нс.

**Экспериментальные исследования.** Для проведения эксперимента по лазерной очистке анилоксовых валов была собрана лабораторная установка (рис. 3). Оптическая головка 2, состоящая из коллиматора и фокусирующего объектива 7, устанавливалась на координатный стол 1, который управлялся с помощью персонального компьютера 8. Таким образом можно было регулировать скорость и шаг сканирования вдоль растриванного вала 5 и обеспечивать настройку фокусного расстояния с точностью до единиц микрометров.

Вал 5 фиксировался в центрирующих конусах 6 и приводился во вращение от электродвигателя постоянного тока 4 через соединительную муфту 3, скорость вращения регулировалась напряжением от эталонного источника питания 9. В эксперименте использовался импульсный волоконный лазер мощностью 10 Вт.

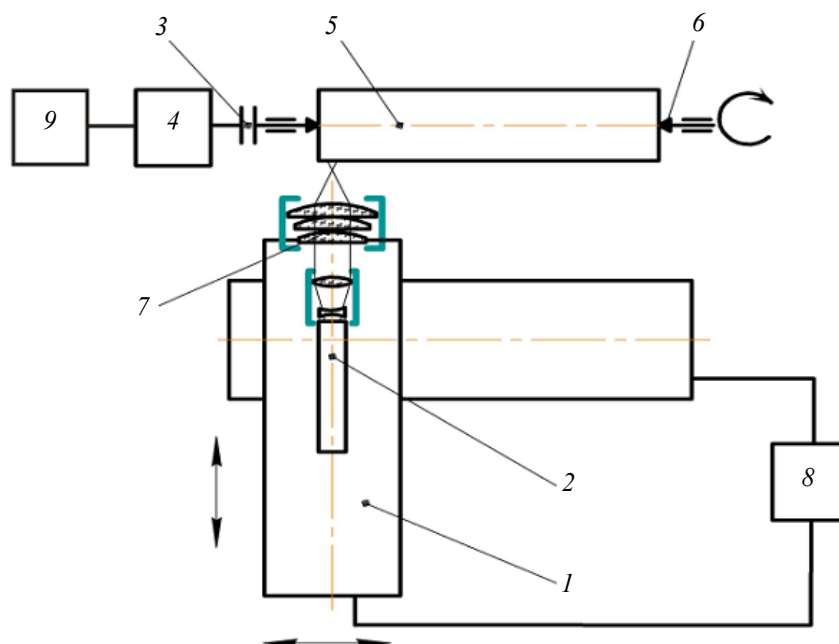


Рис. 3

Эксперименты были проведены для различных типов краски (УФ отверждающейся и спиртовой), очищаемые валы имели различный рельеф (ширину и форму ячеек). Эксперименты проводились с застарелой (более месяца) и свежей краской. На рис. 4 приведены результаты лазерной очистки: *a* — загрязненная область, *б* — очищенная; I — вал с размером по ширине ячейки 30 мкм (очистка от УФ-краски), II — вал с ячейкой 20×50 мкм (очистка от УФ-краски), III — вал с шириной ячейки 120 мкм (очистка от свежей спиртовой краски). Параметры эксперимента указаны в таблице (*q* — плотность мощности излучения, *f* — частота следования импульсов, *V* — линейная скорость вала, *d* — диаметр пятна, измерен по краске).

Вал	$q, 10^8 \text{ Вт/м}^2$	$f, \text{ кГц}$	$V, \text{ м/с}$	$d, \text{ мкм}$
I	7	60	1,1	60
II	7	60	0,785	60
III	3,5	40	1,8	120

Отметим, что предоставленные для эксперимента анилоксовые валы имели трещины, для подтверждения безопасности лазерного способа очистки был сфотографирован один и тот же участок поверхности вала до и после эксперимента (рис. 4, I), как видно, количество трещин и их размеры не изменились.

Средняя производительность процесса, реализованного посредством лабораторной установки, составила 40 мм<sup>2</sup>/с. Частицы краски удалялись в твердой фазе, что существенно упрощает технологический процесс: вместо вытяжной системы возможно использовать абсорбирующую пленку.

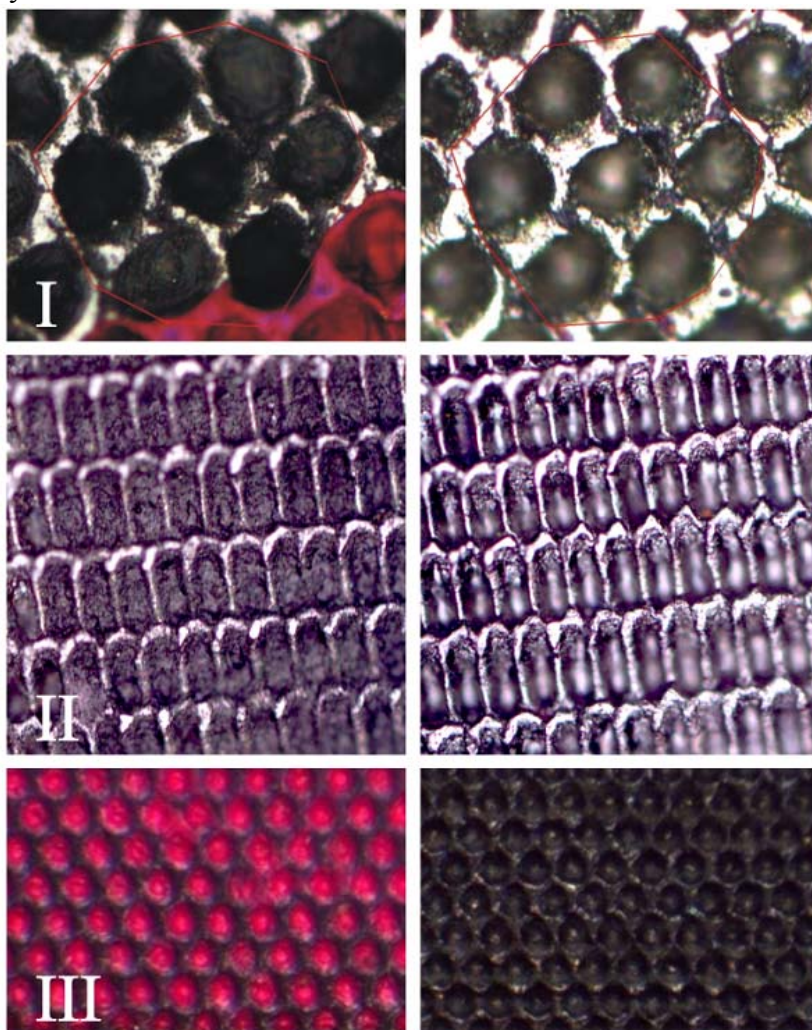


Рис. 4

**Заключение.** В настоящей работе экспериментально подтверждена эффективность и безопасность лазерной очистки растриванных валов. Разработанная технология очистки качественно превосходит существующие — удаляется краска со дна ячеек анилоксого вала без разрушения микрорельефа. Технология экологически безопасна и позволяет проводить очистку в одну стадию.

Авторы выражают благодарность профессору В. П. Вейко за возможность проведения экспериментов.

Работа выполнена при поддержке государственного контракта № П968.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кенни Д. Чистые анилокси // Флексография и специальные виды печати. 2006. № 4.
2. Аткинсон Д. Системы очистки анилоксого вала // Флексография и специальные виды печати. 2008. № 7.
3. Вейко В. П., Мутин Т. Ю., Смирнов В. Н., Шахно Е. А., Батице С. А. Лазерная очистка поверхностей металлов: физические процессы и применение // Изв. вузов. Приборостроение. 2008. Т. 51, № 4. С. 30—36.

4. Вейко В. П., Шахно Е. А. Физические механизмы лазерной очистки поверхности // Изв. РАН, сер. физическая. 2001. Т. 65, № 4. С. 584—587.
5. Новый справочник химика и технолога. СПб: Профессионал, 2002.
6. Вейко В. П., Либенсон М. Н. Лазерная обработка. Л.: Лениздат, 1973.

<i>Сведения об авторах</i>	
<i>Андрей Александрович Самохвалов</i>	— аспирант; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра лазерных технологий и экологического приборостроения; E-mail: andrugko@list.ru
<i>Михаил Владимирович Ярчук</i>	— Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра лазерных технологий и экологического приборостроения; младший научный сотрудник; E-mail: chukforyou@list.ru

Рекомендована  
программным комитетом Конференции

Поступила в редакцию  
08.09.10 г.