

УДК 658.3

**Е. В. Барковский**, аспирант (БГТУ);  
**Д. М. Медяк**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ)

### **ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ОФСЕТНОГО ПОЛОТНА**

В статье представлены результаты исследования влияния процесса изнашивания на параметры офсетных полотен фирмы I.T.G. Graphic Products (Германия) и Reeves (Италия), используемых для производства полиграфической продукции на предприятиях Республики Беларусь. Произведены расчеты основных параметров шероховатости поверхности офсетных полотен. Также представлены функции износа офсетных полотен, которые позволяют определить стадии и предельные значения износа.

The article presents the results of a study on the impact of the wear process parameters blankets firm I.T.G. Graphic Products (Germany) and Reeves (Italy), which are used for the production of printed products in enterprises of the Republic of Belarus. Calculations of the basic parameters of the surface roughness of the blankets were produced. The article also shows the functions of wear of the blankets, which allow us to determine the degree of wear resistance and limit values of wear.

**Введение.** Качество оттиска в офсетной печати во многом зависит от свойств и подбора расходных материалов, в частности офсетного резинотканевого полотна. Современный рынок предлагает большой ассортимент офсетных полотен от различных производителей. В зависимости от строения, толщины, свойств верхнего слоя и деформационных характеристик они ориентированы на различные виды печатных работ, различные конструкции машин, сорта бумаги, типы сушильных устройств и ассортимент красок.

Свойства поверхности офсетных резинотканевых пластин влияют на переход краски с печатной формы на запечатываемый материал, скорость отделения листа от поверхности офсетного полотна в процессе печати и качество воспроизведения растровых элементов [1].

Поверхность краскопередающего резинового слоя офсетного полотна обрабатывают особым способом: при изготовлении ее шлифуют и полируют, чтобы удалить все выпуклости поверхности, углубления и другие неровности. Это необходимо для того, чтобы офсетное полотно хорошо воспринимало и передавало краску.

В зависимости от вида печатных работ и требований к их качеству используют полотна с разной обработкой поверхности краскопередающего слоя. Соответственно, наиболее шероховатую поверхность имеют полотна с неполированной поверхностью, а наиболее гладкую — с полированной.

Целью данной работы является исследование влияния процесса изнашивания на параметры шероховатости поверхности офсетного полотна.

**Основная часть.** Четкость воспроизведения контуров печатных элементов значительно зависит от состояния поверхности верхнего

резинотканевого слоя. Гладкая поверхность отличается невысокой краскоемкостью, что не позволяет получить изображение максимальной оптической плотности. Поверхность офсетного полотна должна быть равномерно матовой, что обеспечивается при ее изготовлении. Величина микронеровностей не должна быть достаточно высокой, так как увеличение шероховатости поверхности офсетного полотна уменьшает коэффициент краскопередачи и ухудшает градационные характеристики (деформируются растровые точки) [2].

Параметры шероховатости, которые необходимо контролировать, представлены в ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики». Стандарт устанавливает требования к шероховатости поверхности и содержит номенклатуру параметров и базовых длин, а также способ задания требований шероховатости поверхностей в технических и нормативно-технических документах. Стандартом предусматривается 6 параметров, которыми можно пользоваться при установлении требований к шероховатости поверхности в зависимости от ее функционального назначения. Эти параметры дают возможность характеризовать практически все показатели качества изделий, зависящие от шероховатости поверхности и обеспечить значения выбранных параметров соответственно технологическим процессам. Различают следующие параметры:

1) высотные:  $R_a$  — среднее арифметическое отклонение профиля;  $R_z$  — высота неровностей профиля по 10 точкам;  $R_{max}$  — наибольшая высота неровностей;

2) шаговые:  $S$  — средний шаг неровностей профиля по вершинам;  $S_m$  — средний шаг неровностей профиля по средней линии;

3) высотно-шаговый:  $t_p$  — относительная опорная длина профиля.

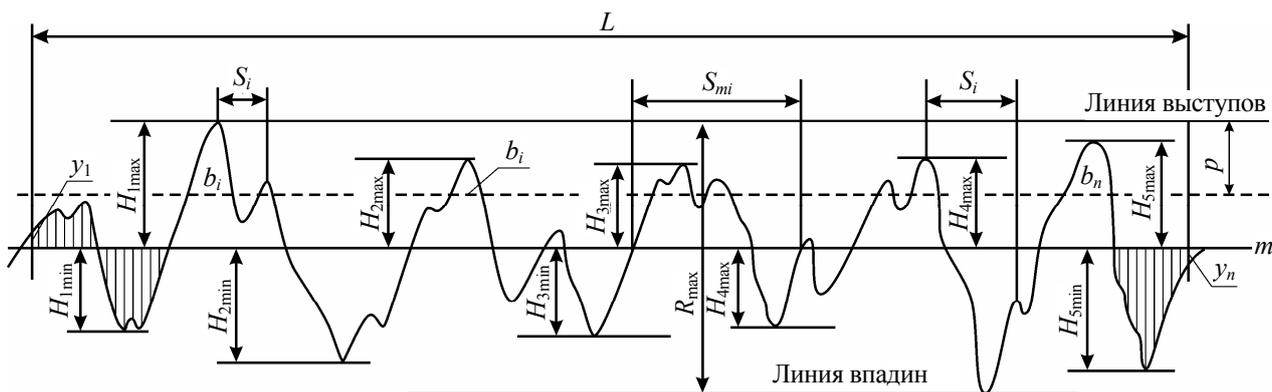


Рис. 1. Параметры шероховатости поверхности:

$L$  — базовая длина;  $m$  — средняя линия профиля;  $p$  — уровень сечения профиля

Данные параметры представлены на рис. 1. Среднее арифметическое отклонение определяется по формуле [3]

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|, \quad (1)$$

где  $n$  — число выбранных точек профиля на базовой длине;  $y$  — отклонение профиля.

Высота неровностей профиля по десяти точкам определяется по формуле [3]

$$R_z = \frac{1}{5} \left( \sum_{i=1}^5 |H_{i_{\max}}| + \sum_{i=1}^5 |H_{i_{\min}}| \right), \quad (2)$$

где  $H_{i_{\max}}$  — высота  $i$ -го наибольшего выступа профиля;  $H_{i_{\min}}$  — высота  $i$ -й наибольшей впадины профиля.

Относительная опорная длина профиля определяется по формуле [3]

$$t_p = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{l}, \quad (3)$$

где  $b_i$  — длина  $i$ -го отрезка в пределах базовой длины, отсекаемого на заданном уровне в материале профиля;  $l$  — базовая длина профиля.

Наибольшая высота профиля  $R_{\max}$  определяется как расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины.

Средний шаг неровностей профиля по вершинам определяется по формуле

$$S = \frac{l}{N-1}, \quad (4)$$

где  $N$  — число максимумов профиля.

Средний шаг неровностей профиля по средней линии определяется по формуле

$$S_m = \frac{2l_0}{k-1}, \quad (5)$$

где  $l_0$  — длина отрезка средней линии в пределах базовой длины, ограниченная первым и последним нечетным пересечением профиля с средней линии;  $k$  — число нулей профиля.

Для исследования влияния процесса изнашивания на параметры шероховатости поверхности офсетного полотна было испытано 10 образцов офсетных полотен. Каждому из образцов был присвоен свой порядковый номер в следующей последовательности:

1. Blue Diamond.
2. Maxima compressible.
3. Maxima turquoise.
4. Proprint Web.
5. Rotaflex SKL.
6. VSTR.
7. Vulcan 714 Master.
8. Vulcan Image.
9. Vulcan Techno.
10. Vulcan U.V.

Офсетные полотна под номерами 1–6 производятся фирмой I. T. G. Graphic Products (Германия), а под номерами 7–10 — фирмой Reeves (Италия).

Методика исследования образцов офсетного полотна на изнашивание была основана на использовании метода определения сопротивления истиранию при скольжении. Сущность метода заключается в истирании образцов, прижатых к абразивной поверхности вращающегося с постоянной скоростью диска, при постоянной нормальном силе и определении показателей сопротивления истиранию или истираемости.

Для исследования влияния процесса изнашивания на параметры поверхности офсетного полотна был проведен эксперимент. Последовательность проведения эксперимента и схема прибора представлена в ГОСТ 426–77, а также в работе [4].

После проведения эксперимента были получены профилограммы поверхности офсетного полотна до и после изнашивания. Получение профилограмм заключается в измерении неровностей поверхности методом профиломет-

рии. Этот метод основывается на контактном ощупывании участка поверхности офсетного полотна тонкой алмазной иглой профилометра-профилографа, что дает возможность получить увеличенное изображение профиля поверхности — профилограмму. Профилограммы были представлены в цифровом виде.

На основании полученных профилограмм с помощью программы, составленной в пакете Free Pascal, рассчитаны показатели фрактальной размерности и параметры шероховатости профиля образцов офсетного полотна. Полученные значения представлены в графическом виде для каждого образца офсетного полотна на рис. 2.

На рис. 2, *а* показано изменение параметра фрактальной размерности после процесса изнашивания для каждого из образцов. Исследованные офсетные полотна после износа имеют меньшие значения фрактальной размерности. Это означает, что в результате проведения эксперимента офсетное полотно истирается и становится более гладким. Образцы Blue Diamond, Proprint Web и Vulcan Image показывают незначительное уменьшение фрактальной размерности. Это означает, что данные образцы являются более износостойкими.

На рис. 2, *б* представлена величина наибольшей высоты профиля  $R_{\max}$  до и после процесса изнашивания. На рис. 2, *в* показано изменение среднего арифметического отклонения профиля  $R_a$  после износа. На рис. 2, *г* представлен размер высоты неровностей по десяти точкам  $R_z$  до и после процесса изнашивания. Анализируя рисунки, можно отметить, что изменения высотных показателей микропрофиля имеют сходный характер, в основном очевидна тенденция к уменьшению значения.

Однако следует заметить, что некоторые офсетные полотна имеют незначительное увеличение этих параметров после истирания. У офсетных полотен Blue Diamond, Proprint Web и Vulcan Image увеличиваются параметры  $R_z$  и  $R_a$ , а параметр  $R_{\max}$  уменьшается. Образец Maxima compressible также показывает увеличение  $R_z$  и  $R_a$ , но уменьшение  $R_{\max}$ , которое является незначительным. Офсетное полотно VSTR имеет увеличение всех данных параметров. Это означает, что внутренняя структура резиноканевого слоя данного полотна более шероховатая.

На рис. 2, *д* представлены значения среднего шага неровностей профиля по вершинам до и после процесса изнашивания. Изменение данного параметра является незакономерным. Для офсетных полотен под номерами 2, 5, 10 параметр  $S$  увеличивается, а для остальных образцов уменьшается. Офсетные полотна под номерами 2–4 дают незначительное изменение показателя.

На рис. 2, *е* показано изменение среднего шага неровностей профиля по средней линии. Для офсетных полотен под номерами 3, 5, 7 данный параметр уменьшается, для остальных образцов увеличивается.

На рис. 2, *ж* представлены значения относительной опорной длины профиля  $t_p$  до и после процесса изнашивания. Он комплексно характеризует высоту и форму неровностей, а также износостойкость поверхности. Для расчета принималось, что линией, отсекающей профиль на заданном уровне, является средняя линия профиля. Для образцов офсетных полотен под номерами 1–7 параметр  $t_p$  изменяется на незначительную величину. Это означает, что данные офсетные полотна являются более износостойкими по сравнению с другими образцами.

Также были получены функции износа офсетного полотна наиболее и наименее износостойких образцов каждого из производителей. Методика построения функций износа офсетного полотна представлена в работе [5].

Наиболее износостойкими офсетными полотнами являются Blue Diamond и Vulcan Image, а наименее износостойкими — Vulcan Techno и VSTR. Офсетное полотно Blue Diamond предназначено для листовой печати, но также может использоваться и для рулонной печати. Не рекомендуется использовать данное полотно для печати UV-красками, а также на машинах с UV-сушкой. Полотно было разработано для печати тонких линий и гравюр и может быть использовано для любого типа запечатываемого материала. Оно не предназначено для лакирования, но возможно в использовании для выборочного лакирования. Шероховатость поверхности составляет 2–3 мкм, твердость по Шору — 78 °А.

Офсетное полотно Vulcan Image подходит для высокоскоростных листовых машин при печати полноцветной продукции, требующей высокого качества. Компрессионный слой с закрытыми ячейками обеспечивает высокую стойкость к чрезмерному сдавливанию и быстрое восстановление после снятия нагрузки и улучшает воспроизведение точки. Шероховатость поверхности составляет 0,6–0,8 мкм, твердость по Шору — 79 °А.

Компрессионное резиноканевое полотно с микрогранулированной поверхностью Vulcan Techno было разработано для ролевых машин с горячей сушкой среднего формата. Шлифованная поверхность, имеющая специфический профиль, позволяет полотну отделяться от запечатанной бумаги на печатной машине, а также уменьшает накапливание краски и пыление, позволяя таким образом печатать большие тиражи между смывками резины. Шероховатость поверхности составляет 0,7–1,0 мкм, твердость по Шору — 79 °А.

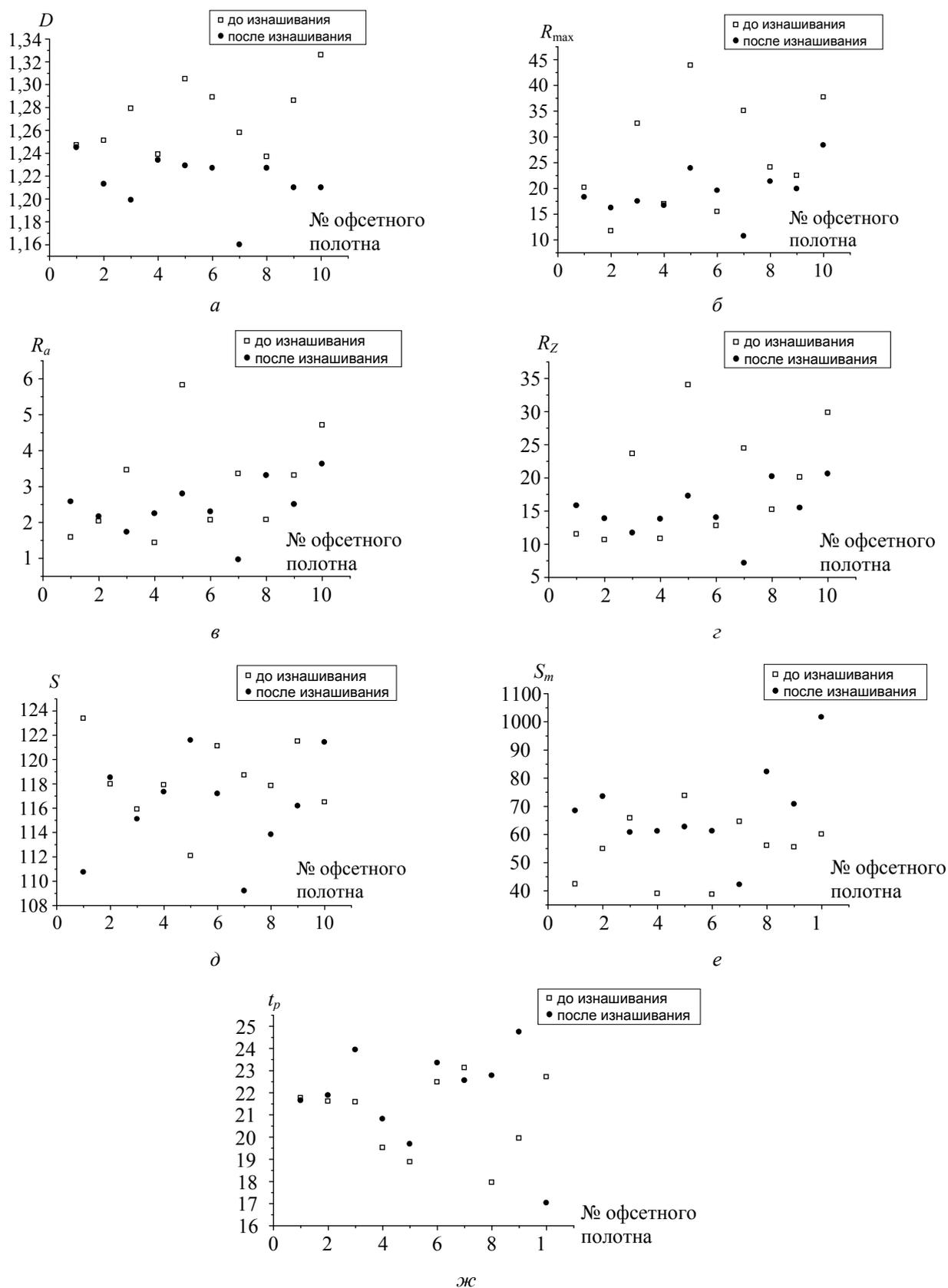


Рис. 2. Изменение параметра шероховатости поверхности офсетного полотна после процесса изнашивания:  $a$  — фрактальной размерности;  $b$  — величины наибольшей высоты профиля;  $v$  — среднего арифметического отклонения профиля;  $z$  — размера высоты неровностей по десяти точкам;  $d$  — среднего шага неровностей профиля по вершинам;  $e$  — среднего шага неровностей профиля по средней линии;  $ж$  — относительной опорной длины профиля

Офсетное резиноканевое полотно VSTR применяется для выборочного лакирования и печати при условии, что не будет частой смены форм. Данное полотно является трехслойным. Шероховатость составляет 2–3 мкм, твердость по Шору — 75 °А.

Функции износа для данных офсетных полотен представлены на рис. 3.

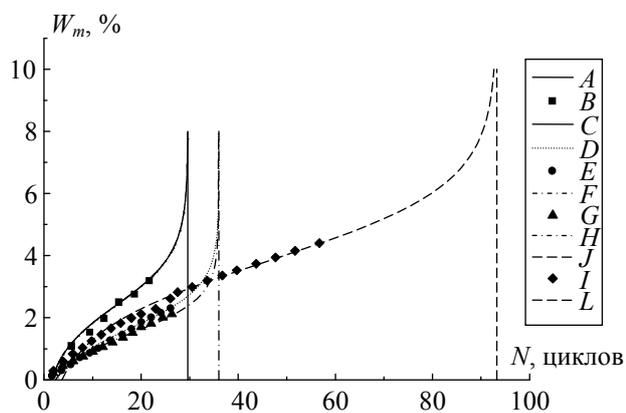


Рис. 3. Зависимость износа по массе от количества циклов испытания для образцов офсетного полотна:

Vulcan Techno: A — теория; B — эксперимент; C — асимптота; Vulcan Image: D — теория; E — эксперимент; H — асимптота; VSTR: F — теория; G — эксперимент; H — асимптота; Blue Diamond: J — теория; I — эксперимент; L — асимптота

Анализируя зависимости, приведенные на рис. 3, следует отметить, что в процессе износа образцов полотна можно выделить три классические стадии: начальную, установившуюся и усиленную. Начальная стадия износа всех представленных образцов менее выражена. Это можно объяснить высоким показателем твердости по Шору — до 80 °А для всех представленных образцов.

Асимптота является характеристикой предельного значения износа материала. Для офсетного полотна Blue Diamond значение асимптоты больше, чем у других образцов, и составляет 93,25 цикла. Это означает, что данное офсетное полотно сохраняет свои технологические свойства дольше, чем рассмотренные офсетные полотна других марок. Асимптота для офсетного полотна Vulcan Techno имеет меньшее значение, которое составляет 29,62, а значения функции износа больше, чем у других

образцов. Следовательно, данное офсетное полотно является менее износостойким и разрушается быстрее.

Несмотря на то, что функции износа для офсетных полотен VSTR и Vulcan Image находятся ниже, данные офсетные полотна потеряют свои технологические свойства быстрее. Поэтому они могут быть использованы для полиграфической продукции, требующей высокого качества, выпускаемой малыми тиражами.

**Заключение.** В результате исследования влияния процесса изнашивания были получены значения параметров шероховатости поверхности офсетного полотна. Исследование было проведено на образцах, используемых в производстве полиграфической продукции на предприятиях Республики Беларусь. Значительные отличия в полученных значениях параметров можно объяснить различным назначением офсетных полотен.

В результате исследования процесса изнашивания образцов офсетного полотна были построены функции износа, которые позволяют определить стадии и предельные значения износа. Функции износа также дают возможность распределить рассмотренные образцы офсетных полотен по степени износостойкости и предложить рекомендации по их применению на производстве.

## Литература

1. Марогулова Н. Н., Стефанов С. И. Расходные материалы для офсетной печати. М.: Русский университет, 2002. 240 с.
2. Мельников О. В. Технология плоского офсетного друку: підручник / за ред. Е. Т. Лазаренка. Львов: Афша, 2003. 388 с.
3. Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения: ГОСТ 2789–73. Введ. 01.01.75. М.: Госстандарт: Гос. комитет СССР по упр. качеством продукции и стандартам, 1975. 10 с.
4. Барковский Е. В., Медяк Д. М., Кулак М. И. Моделирование износа офсетного полотна // Труды БГТУ. 2013. № 8: Издат. дело и полиграфия. С. 7–11.
5. Кулак М. И., Сидельник О. В. Прогнозирование тиражестойкости печатных форм // Труды БГТУ. 2012. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 19–22.

Поступила 20.03.2014