

УДК 620.186

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СТЕРЕОМЕТРИИ ТАКТИЛЬНЫХ ЗНАКОВ НА ГИБКИХ УПАКОВОЧНЫХ И ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Коновалова Мария Васильевна

*аспирантка кафедры технологии полиграфического производства
Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова
127550 Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 2А
mvk2317@rambler.ru*

Черкасов Егор Павлович

*аспирант кафедры материаловедения
Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова
127550 Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 2А
egr1987@rambler.ru*

Аннотация. В работе рассматриваются методики исследования объемных прозрачных, бесцветных микрообъектов. Приводятся данные о бесконтактной методике оценки стереометрии рельефной маркировки. Предложенный метод позволяет производить подробное изучение поверхности образцов.

Ключевые слова: стереометрия, микроскопия, тактильная маркировка, термоусадочные полимерные материалы.

В сложной современной технике, торговле, системах обеспечения безопасной жизнедеятельности и иных сферах массового обслуживания населения используются способы записи, хранения и передачи информации, являющиеся альтернативой традиционной полиграфии. Одним из таких альтернативных способов записи и передачи информации служит маркировка изделий тактильными символами. Тактильная маркировка гибкой упаковки товаров, полимерных изделий и трубопроводов или, например полимерной электроизоляции, осуществляется с целью идентификации упакованных продуктов и коммуникаций в условиях недостаточной видимости или плохой освещенности места расположения.

Кроме того, такая маркировка жизненно необходима людям с ослабленным зрением. Для облегчения однозначного прочтения нанесенной на упаковку информации, выполненной, например шрифтом Брайля, тактильные символы должны иметь определенный вид, определенное расположение на плоскости и соответствовать строго регламентированным параметрам стереометрии [1].

Разработанная нами технология нанесения тактильных меток на изделия из термоусадочных полимерных материалов [2, 3] позволяет записывать информацию на мягких и гибких пленочных полимерных материалах с соблюдением допустимых размеров символов шрифта Брайля.

Для определения оптимального режима и контроля процесса маркировки изделий (этикеток, упаковки, муфт и трубок) из полимерных материалов необходима инструментальная количественная оценка стереометрии рельефа микроскопического размера.

Существует несколько способов исследования объемных прозрачных, бесцветных микрообъектов,

которые используются в медицине, криминалистике, материаловедении.

В гистологических исследованиях используют фазово-контрастную микроскопию, позволяющую получение контрастных изображений прозрачных и бесцветных живых объектов, невидимых при обычных методах микроскопии [4].

Метод голографической интерферометрии в сочетании с микроскопией позволяет проводить качественную и количественную оценки внутренней структуры прозрачных микрообъектов [5].

Методы профилирования и моделирования позволяют выделить из формы микрочастицы или оставленные при их движении в конденсированной среде микроследы информации, или преобразовать точечный рельеф в систему трасс, соответствующих линейным следам [6]. Эта информация заключается в показателях третьего измерения (высота, глубина) деталей, отобразившихся в следе от движения или самой микрочастице. Особенностью использования профилографического метода является значительное увеличение исходных рельефов (от 200 и более крат). Метод позволяет точнее провести измерение микрообъекта и лучше изучить рельеф исследуемой поверхности.

В предшествующих экспериментальных работах [7–11] измерение параметров тактильного рельефа производилось следующим образом. Пленку охлаждали для увеличения жесткости и рассекали лезвием вдоль гребней. Затем оценивали полученный профиль с помощью измерительно-калибровочных функций оптического цифрового USB-микроскопа. При этом на этапе рассечения образца неизбежна деформация рельефа маркировки.

Цель исследования — разработка инструментальной методики бесконтактной оценки стереометрии рельефной маркировки гибких и эластичных полиме-

ров, применяемых в упаковочном производстве, прибор- и машиностроении.

Объекты и методы исследования

Исследованы термоусадочные этикетки и пленки из ПВХ и ПЭТФ толщиной 45 и 50 мкм. ПВХ производства (Dongil Chemical), Пэтф производства (Alfaterm). Коэффициент максимальной усадки при $90 \pm 5^\circ\text{C}$ около 70%. На пленки нанесены тактильные линейные знаки в форме скрещивающихся полос под углом 45° , термообработкой импульсным нагревателем с последующей усадкой на фиксирующей подложке (болванке), в горячей воде по методике [7]. Вид объектов исследования показан на рис. 1.



Рис. 1. Линейный участок тактильной маркировки ТУ этикетки из ПВХ пленки

Наиболее подходящей методикой является бесконтактное построение 3D-модели исследуемого образца. Для этого используется лабораторный прямой микроскоп отраженного света Carl Zeiss Axio Lab.A1 (рис. 2), оснащенный измерительной приставкой PhaseView. Определение расстояния до фрагмента поверхности производится на основе анализа интерференционной картины, формируемой внутри измерительной приставки. Приставка содержит калиброванный источник излучения, что позволяет с использованием результатов предварительного измерения расстояния до исследуемого образца по положению максимумов и минимумов интерференционной картины рассчитывать точные размеры рельефа. Для предварительного измерения расстояния используются данные о геометрии оптического тракта, содержащиеся в калибровочных файлах, используемого программного обеспечения.

Стоит отметить, что для такого исследования необходимо затонировать поверхность образца, так как на проекции прозрачных объектов появляются искажения — шумы. Тонировка исследуемого объекта производится чернилами на спиртовой основе.

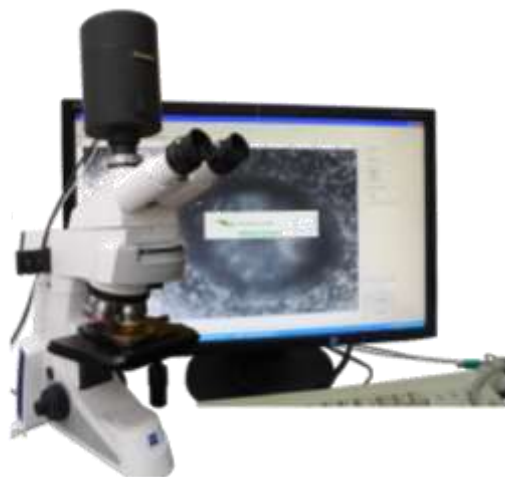


Рис. 2. Микроскоп отраженного света Carl Zeiss Axio Lab.A1

Построение 3D-модели обеспечивается программным обеспечением GetPhase. Наиболее эффектно форма рельефа выглядит в изометрии (рис. 3). В качестве индикатора высоты и глубины используется цветовая градационная шкала (показана справа)

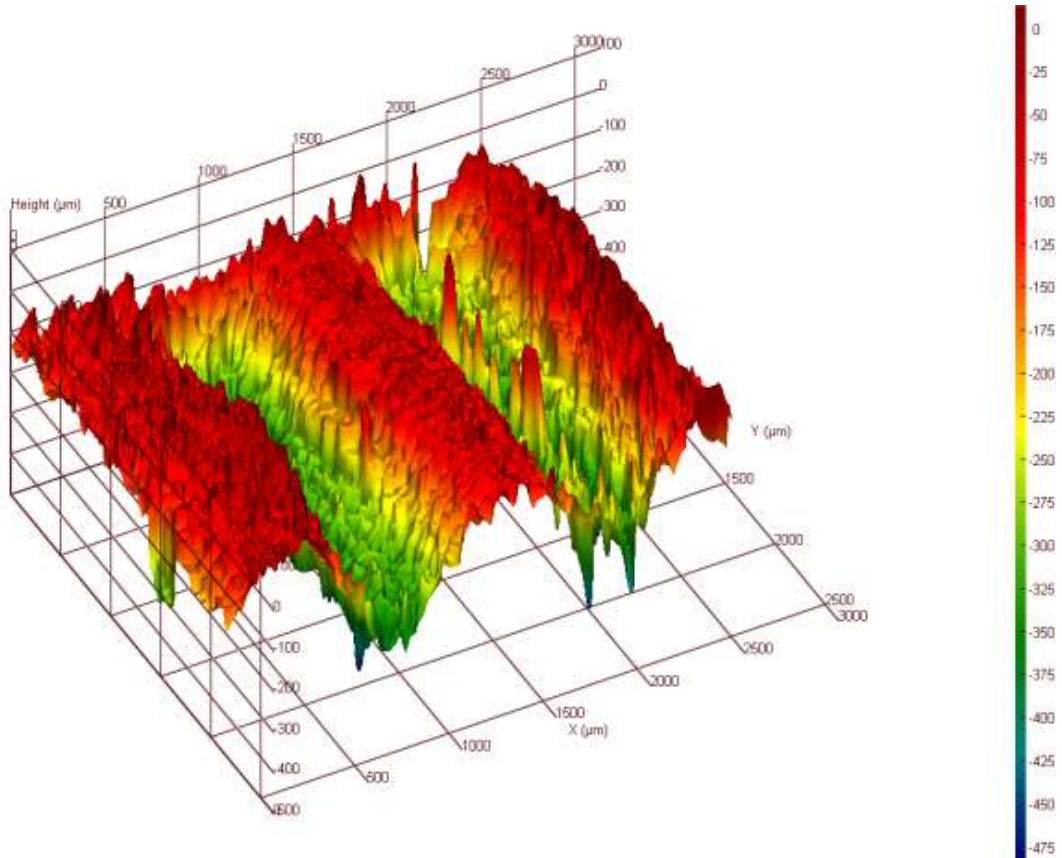
На цветном варианте 3D — моделей тактильной маркировки полимерных пленок (рисунке 3), видно различие высоты и частоты рельефа на двух разных полимерах. Точную информацию об образцах можно получить по сечению (Profile) в виде графика или по измерению разности высот (Step Height) (рис. 4).

Наиболее достоверные данные, взятые из изображений разных видов, приведены в табл. 1.

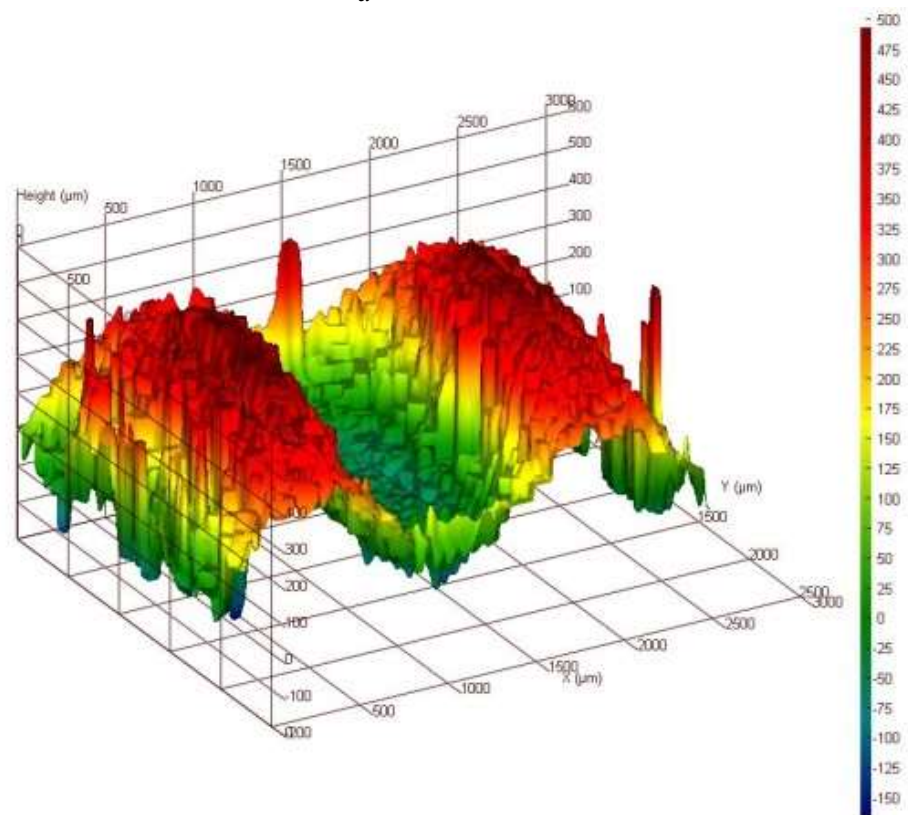
Таблица 1. Параметры рельефа для разных полимеров

Полимер, мкм	№ образца	Параметры рельефа	
		Амплитуда, мкм	Период, мкм
ПВХ Dongil Chemical, 45	1	264	1180
	2	257	1270
	3	273	1050
ПЭТФ Alfaterm, 50	1	542	1700
	2	456	1770
	3	512	1720

Разработанная инструментальная методика бесконтактной оценки стереометрии рельефной маркировки гибких и эластичных полимеров, позволяет производить более подробное изучение поверхности исследуемых образцов. Измерения проведены без разрушения образца с высокой точностью, погрешность составляет $\pm 0,02$ мкм, в отличие от предшествующей экспериментальной работы [6], где погрешность составляла $\pm 0,3$ мкм.



а



б

Рис. 3. 3D — модель фрагментов тактильной маркировки полимерных пленок
а — ПВХ (45 мкм); б — ПЭТФ (50 мкм)

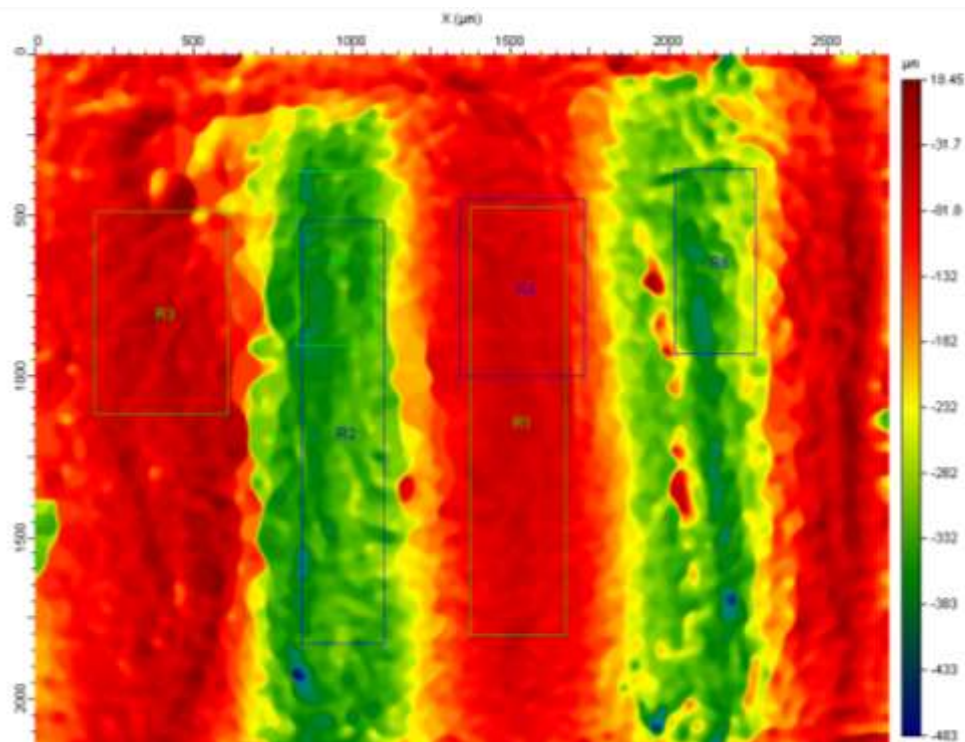


Рис. 4. Просмотр изображения в режиме Step Height

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Marburg Medium spacing convention for braille. Сайт компании Deutsche Blindenstudienanstalt e.V Braille-Druckere Postbox 11 60 35001 Marburg [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.blista.de/download/druckerei/braille-dimensions> свободный (дата обращения 04.06.2014).
2. Коновалова М.В., Кондратов А.П. Патент РФ 150223.Скрытая тактильная метка, 22.09.2014, опублик 10.02.2015, Бюл. № 4.
3. Кондратов А.П. Градиентные и интервальные термоусаживающиеся материалы для защиты полиграфической продукции от фальсификации // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. — 2010. — № 4. — С. 57–65.
4. Методы исследования в гистологии, цитологии и эмбриологии. Сайт компании Изучение медицины [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://profmed.blogspot.ru/2013/04/blog-post_28.html. свободный (дата обращения 03.03.2016).
5. Константинов В.Б., Бабенко В.А. Голографический интерференционный микроскоп для исследования микрообъектов. // Журнал технической физики. Малый Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН. — СПб. 2007. — Том 77. Вып. 12.
6. Экспертиза микрообъектов. Сайт компании Студопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://studopedia.ru/17_7410_ekspertiza-mikroob-ektov.html свободный (дата обращения 03.03.2016).
7. Коновалова М.В., Кондратов А.П. Маркировка этикеток и групповой упаковки из термоусадочной поливинилхлоридной пленки шрифтом Брайля // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. — 2015. — № 3. — С. 53–59.
8. Konovalova M.V., Kondratov A.P., Nazarov V.G., and Benda A.F. Relaxation processes in the interval shrinkable polyvinylchloride films with tactile marking of shrinkable labels, 46th Annual International Conference on Graphic Arts and Media Technology Managem Management and Education 25–29 May 2014. — Athens and Corinthia, Greece, 2014. — P. 251
9. Kondratov A.P. Thermo shrinking films with interval macrostructure for protection of packaging from falsification // Modern Applied Science. — 2015. — Vol. 8 — № 6. P. 204–209.
10. Савенкова И.А., Кондратов А.П. Новые комбинированные способы маркировки упаковок и этикеток, изготовленных из полимерных термоусадочных материалов // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. — 2014. — № 5. — С. 28–34.
11. Черкасов Е.П., Кондратов А.П. Модернизация штампа для локальной термостабилизации пленки с эффектом «памяти формы» // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. — 2015. — № 1. — С. 37–43.

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF TACTILE MARKS ON A SOLID GEOMETRY OF FLEXIBLE PACKAGING AND INSULATING MATERIALS

Mariya Vasilevna Konovalova

*Moscow State University of Printing Arts
127550 Russia, Moscow, Pryanishnikova st., 2A*

Egor Pavlovich Cherkasov

*Moscow State University of Printing Arts
127550 Russia, Moscow, Pryanishnikova st., 2A*

Annotation. *The paper discusses research methods volume transparent, colorless micro-objects. Provides data on the contactless method of estimating the solid geometry of the embossed marking. The proposed method allows to produce a detailed study of the samples surface.*

Keywords: stereometry, microscopy, tactile marking, heat shrinkable polymeric materials.
