

УДК 678.01

П. Н. Саввин, кандидат технических наук, доцент (ВГУИТ);**В. В. Хрипушин**, кандидат химических наук, доцент (ВГУИТ);**Е. В. Комарова**, кандидат технических наук, доцент (ВГУИТ);**Н. Р. Прокопчук**, член-корреспондент НАН Беларуси, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой (БГТУ)

ПЕРСПЕКТИВЫ СКАНЕРОМЕТРИИ В ОЦЕНКЕ ПОРИСТОСТИ ГУБЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ

В настоящее время широкое распространение получило применение компьютерных технологий для оценки качества продукции по ее изображению. Помимо традиционной оценки цвета, этот метод может быть применен для анализа морфологии поверхности изделия, в частности, для определения пористости. В работе оценена возможность использования этого метода при анализе губчатых изделий. Представлен алгоритм выполнения исследований. Указаны недостатки метода при анализе некоторых специфических видов продукции.

At present there is a widespread use of computer technology to assess the quality of products from its image. Apart from the traditional color evaluation, this method can be used to analyze the morphology of the product surface, in particular for determining the porosity. In this paper we evaluated the possibility of using this method in the analysis of sponge products. An algorithm for the execution of research. Disadvantages of the method are indicated in the analysis of some specific types of products.

Введение. В последние годы исследование качества продукта на основании обработки его цифрового изображения получило широкое распространение.

В случае органолептической оценки такой метод позволяет провести исследование более объективно и с гораздо более высокой точностью, что особенно важно при сопоставлении незначительно отличающихся объектов.

Кроме того, в ряде случаев компьютерная обработка изображения может быть применена при исследовании физико-химических характеристик. Особое значение здесь принадлежит анализам, сопровождающимся изменением окраски. Однако сегодня подобные исследования проводятся и для оценки структуры поверхности изделия.

Для получения цифровых изображений используется разнообразное оборудование: веб-камеры, цифровые фотоаппараты, планшетные сканеры. Последние имеют ряд преимуществ – высокое качество изображения при относительно низкой стоимости оборудования, автоматическая установка параметров и калибровка цветности, высокая разрешающая способность.

Губчатые изделия имеют широкое применение: в технических целях (фильтры, изоляционные материалы), в медицине, производстве разнообразных бытовых изделий и т. д.

Они могут быть разнообразных форм, цветов, мягкости, плотности, пористости, но объединяет их наличие пор. Губчатые изделия могут иметь сообщающиеся или замкнутые поры, размер которых изменяется от ~ 0,4 мкм до 0,2–0,4 мм.

В зависимости от состава и особенностей технологического процесса, поры сообщаются между собой или же изолированы тонкими стенками.

Пористая резина с большим количеством сообщающихся пор давно известна как туалетная губка, способная поглощать значительное количество воды. Пористая (ячеистая) резина с малыми и среднего размера преимущественно замкнутыми порами воду почти не поглощает. Ее применяют для звуко- и теплоизоляции, виброизолирующих прокладок, дверных уплотнителей и т. п.

Характер и размер пор зависят от вида поробразующих материалов, условий их применения и особенностей процесса вулканизации.

В оценке качества губчатых изделий большую роль играет оценка размеров пор и пористость изделия в целом.

Также к губчатым изделиям относятся вспененные пенополиуретаны (поролон), нашедшие широкое применение в быту.

Основная часть. Цель исследования – изучение возможности применения компьютерной сканерометрии для оценки морфологических особенностей поверхности изделия.

В качестве объекта исследования была выбрана хозяйственная губка желтого цвета, обладающая высокоразвитой пористой структурой.

Нами проводились исследования пористости изделия по срезу образца. Для морфологического анализа поверхности среза была использована программа ImageJ (imagej.ru).

ImageJ (Image Processing and Data Analysis in Java) – программа, специально разработанная

для анализа медицинских и биологических изображений. Эта программа имеет открытый код и свободно распространяется.

Программа ImageJ – мощный графический редактор для обработки и анализа изображений. Кампания по разработке ImageJ инициирована автором Вейном Расбандом в Национальных Институтах Здравоохранения США (National Institutes of Health, USA).

Для решения поставленной задачи был написан макрос, позволяющий автоматизировать процесс анализа и осуществить его в соответствии с разработанным алгоритмом исследований.

Алгоритм анализа (рис. 1) состоит из следующих стадий: сканирование образца на планшетном сканере, ввод отсканированного изображения в программу и его обработка.

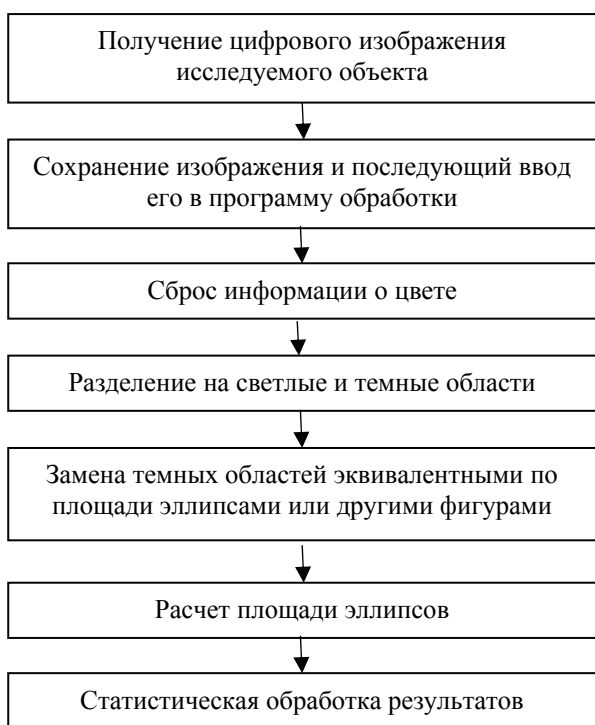


Рис. 1. Алгоритм исследований

В работе был использован планшетный сканер Hewlett Packard ScanJet 3010. Сканирование проводили в режиме True color с разрешением 1200 dpi.

После сохранения изображение переносилось в программу ImageJ 1.45 для его обработки. На полученном изображении выделяли участок не менее 1200×1200 pix, что соответствует реальному размеру 25,4×25,4 мм, и проводили вырезку изображения.

Первая операция обработки направлена на цветокоррекцию – с изображения сбрасывается информация о цветовых параметрах и оно переводится в 8-битный формат (рис. 2).

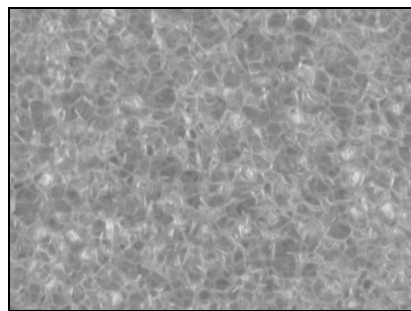


Рис. 2. 8-Битное изображение

После этого осуществляется разделение областей на темные (поры) и светлые (масса непористого материала) – трешхолдинг (рис. 3).

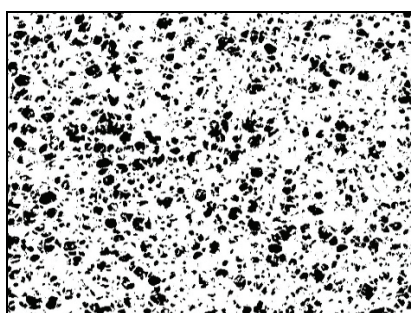


Рис. 3. Вид изображения после трешхолдинга

На следующем этапе темные участки на изображении заменяются равными по площади эллипсами (рис. 4).

Дальнейшая обработка сводится к подсчету площади эллипсов, эквивалентных по этому показателю каждой поре (эти расчеты производятся программой автоматически, при этом результирующая площадь выдается в квадратных пикселях).

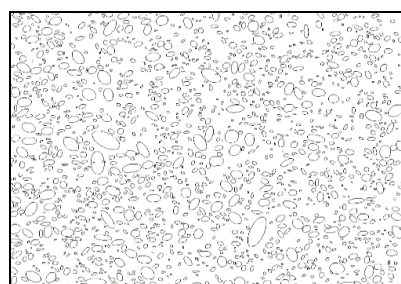


Рис. 4. Вид изображения после обработки

При известном разрешении сканирования можно легко перейти от размеров в пикселях к традиционным единицам измерения размеров пор.

Окончательную обработку результатов и построение гистограммы распределения пор по размерам проводили при помощи пакета анализа данных программы MS Excel 2010 (рис. 5).

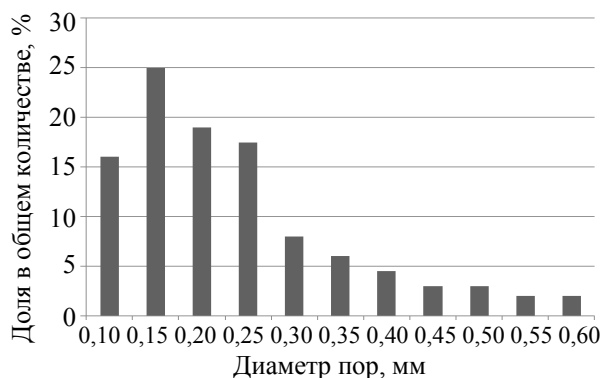


Рис. 5. Гистограмма распределения пор по размерам

По итогам оценки можно заключить, что в исследуемом образце (хозяйственная губка) обнаружены поры диаметром 0,15–0,60 мм, при этом основная масса пор (порядка 70%) обладает размером 0,10–0,25 мм. Количество пор с размером более 0,6 мм не превышает 1%.

Расчет общей пористости изделия проводят на основании оценки площади, занятой эквивалентными эллипсами. В исследуемом образце эта величина составляет 50,2%.

Заключение. Полученные на основании обработки данные могут использоваться для оценки структуры пористости (равномерная – неравномерная), а также для количественных расчетов и построения гистограммы распределения пор по размерам.

При этом данная методика исследования имеет ряд недостатков. Основной из них заключается в необходимости введения поправочного коэффициента для адекватной оценки общей пористости. Обусловлено это тем, что в данной методе изучается срез изделия, т. е. оценка пористости производится, исходя из площади поры без учета ее геометрических особенностей (рис. 6).

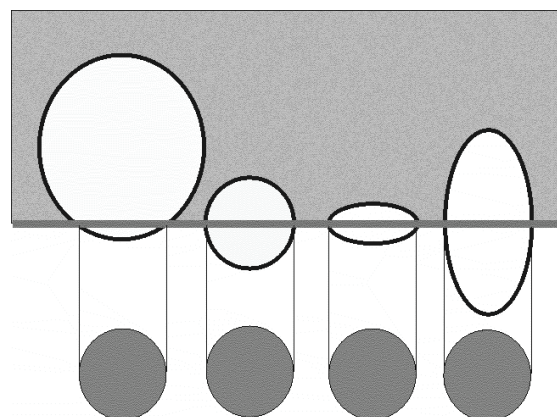


Рис. 6. Соотношение объема и площади пор в зависимости от формы поры

Опыт исследования показывает, что данный метод лучше подходит для изделий со слаборазвитой пористостью. При этом метод неприменим для прозрачных изделий.

Нижний предел обнаружения составляет 10 пикселей, что при разрешении сканирования 1200 dpi эквивалентно поре диаметром 20 мкм.

Литература

1. Рюткянен Е. А., Волин Ю. М., Корчемкин С. Н. Переработка и применение эластомеров. СПб: СПбГТИ(ТУ), 2010. 64 с.
2. Дементьев А. Г. Структура и свойства газонаполненных полимеров. М.: ВНИИСС, 1997. 409 с.
3. Сканерометрия – новый метод контроля качества пищевой продукции / О. В. Байдичева [и др.] // Пищевая промышленность. 2008, № 5. С. 20–22.
4. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. М.: Мир, 1982. 781 с.

Поступила 26.02.2014