

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОРТИРОВКИ ИЗДЕЛИЙ ТОНКОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

И.А. Гетьман

(Донбасская государственная машиностроительная академия)

*Рассматривается способ автоматизации ТП сортировки глазурированных облицовочных плиток на производственных линиях, основанный на использовании информационно-измерительной системы контроля параметров изделий фотоэлектрическим способом с использованием существующих видеокамер. Распознавание образов дефектов керамических изделий на промежуточных и финишных этапах их изготовления предлагается осуществлять с использованием искусственных нейронных сетей.*

Керамическое производство в настоящее время является интенсивно развивающейся отраслью экономики Украины и, в частности, Северного Донбасса. Восстановление прежних производственных мощностей, развитие малого и среднего бизнеса в этой отрасли, развитие процессов переработки сырья и получения готовой продукции в условиях жесткой конкуренции как на внешнем, так и на внутреннем рынке определяют основные направления развития отрасли: модернизацию основных производственных мощностей и автоматизацию технологических процессов.

Как показывают теоретические и экспериментальные исследования, между керамическими сырьевыми материалами, технологиями производства керамики и получаемыми потребительскими свойствами керамических изделий существуют до конца не исследованные взаимосвязи [1]. В этих условиях основной технико-экономической задачей является получение однородной продукции. Решение данной задачи на основе автоматизации ТП позволит осуществлять управление качеством продукции и оптимизацию производства. АСУТП в керамическом производстве должны базироваться на высокоточных и достоверных информационно-измерительных системах, обеспечивающих контроль качества хода ТП на всех этапах производства. Основными потребительскими свойствами керамических изделий являются их эксплуатационные характеристики, определяющиеся физико-химическими и структурными особенностями подвергнутого прессованию и спеканию материала, а также внешний вид изделий.

В автоматизации ТП керамического производства большую роль играют разнообразные измерительные средства для неразрушающего, в том числе дистанционного, контроля физико-химических характеристик полуфабрикатов и готовых изделий [2]. Датчики с использованием оптического излучения широко используются для контроля уровня полуфабрикатов и положения изделий, для контроля возникновения и наличия завалов в печах, для счета изделий [3]. Многоэлементные фотодетекторы (линейки и матрицы приборов с зарядовой связью) совместно с ПО технического зрения позволяют в автоматизированном режиме осуществлять контроль за

геометрическими характеристиками готовых изделий (а следовательно, косвенно и степень усадки после обжига, величину различного рода деформаций, степень износа формирующих элементов и т. д.), что позволяет получать информацию о многих фазовых координатах объектов управления, в том числе и не наблюдаемых непосредственно. Внешний вид керамического изделия как носитель информации о характеристиках поверхности и ходе ТП также оценивается при помощи высокоточных видеокамер на современной элементной базе.

При автоматизированном контроле параметров внешнего вида керамических изделий осуществляется прежде всего их сортировка и отбраковка по соответствующим критериям, заданным техническими регламентами производства и требованиями заказчика. Однако большинство параметров внешнего вида изделий и их групп позволяют осуществлять техническую диагностику состояния технологического оборудования, режимов работы и качества исходных компонентов для приготовления порошков и суспензий либо точности соблюдения рецептуры. В таблице приведены примеры дефектов изделий, доступных к определению в ходе контроля внешнего вида изделий фотоэлектрическим способом, и соответствующие им правила для диагностики хода ТП и режимов работы оборудования.

ТП сортировки глазурированных облицовочных плиток на автоматизированных линиях по их производству [1] предложено автоматизировать на основе использования информационно-измерительной системы контроля (ИИСК) параметров изделий фотоэлектрическим способом с использованием существующих видеокамер с матрицами ПЗС. Системный анализ ТП сортировки позволил построить структурную модель процесса (рис. 1) с использованием диаграммной методики SADT (Structure Analysis and Design Technique). Активности, входы, выходы и исполнители, приведенные на рис. 1, позволили определить технические и научные задачи, которые необходимо решить при разработке ИИСК и интеграции ее в систему автоматизации процесса сортировки (САУС). Результаты теоретических и экспериментальных исследований по разработке и интеграции ИИСК обобщены на рис. 2. САУС с использованием

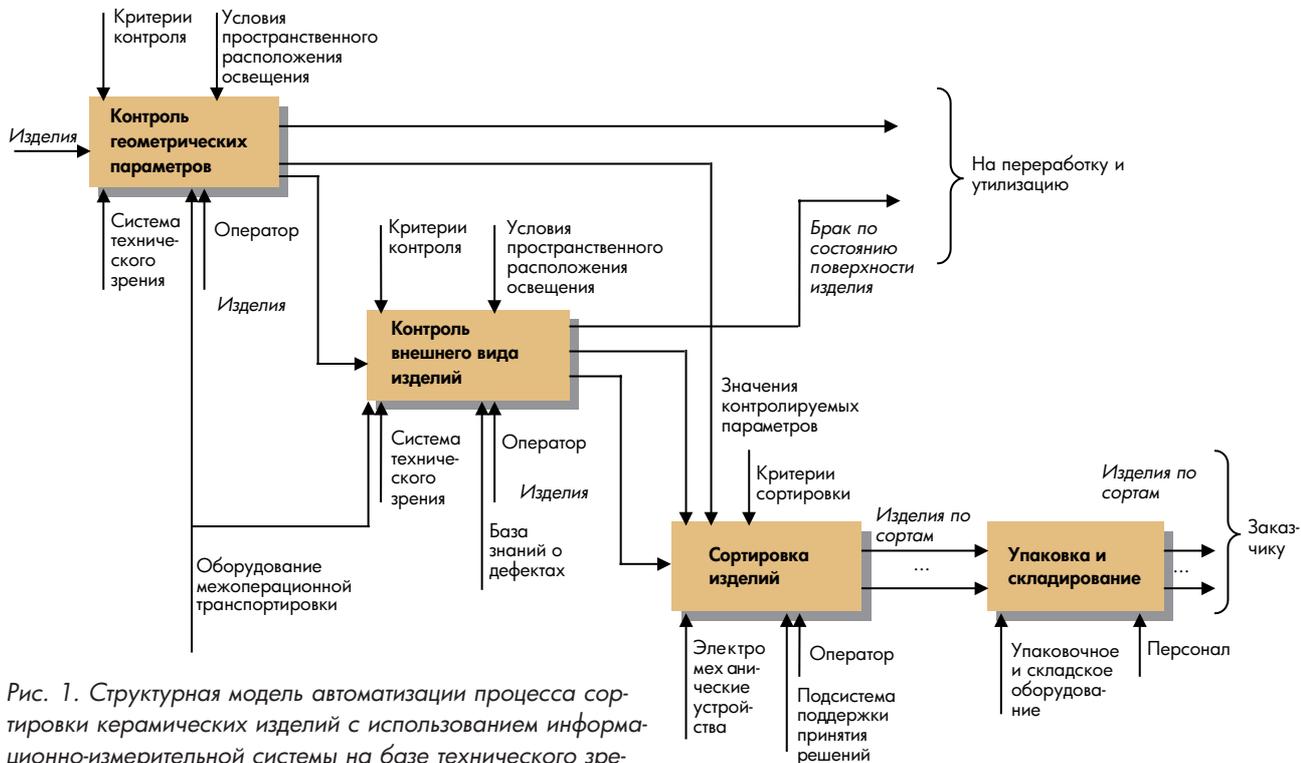


Рис. 1. Структурная модель автоматизации процесса сортировки керамических изделий с использованием информационно-измерительной системы на базе технического зрения и подсистемы поддержки принятия решений.

Локальная сеть предприятия

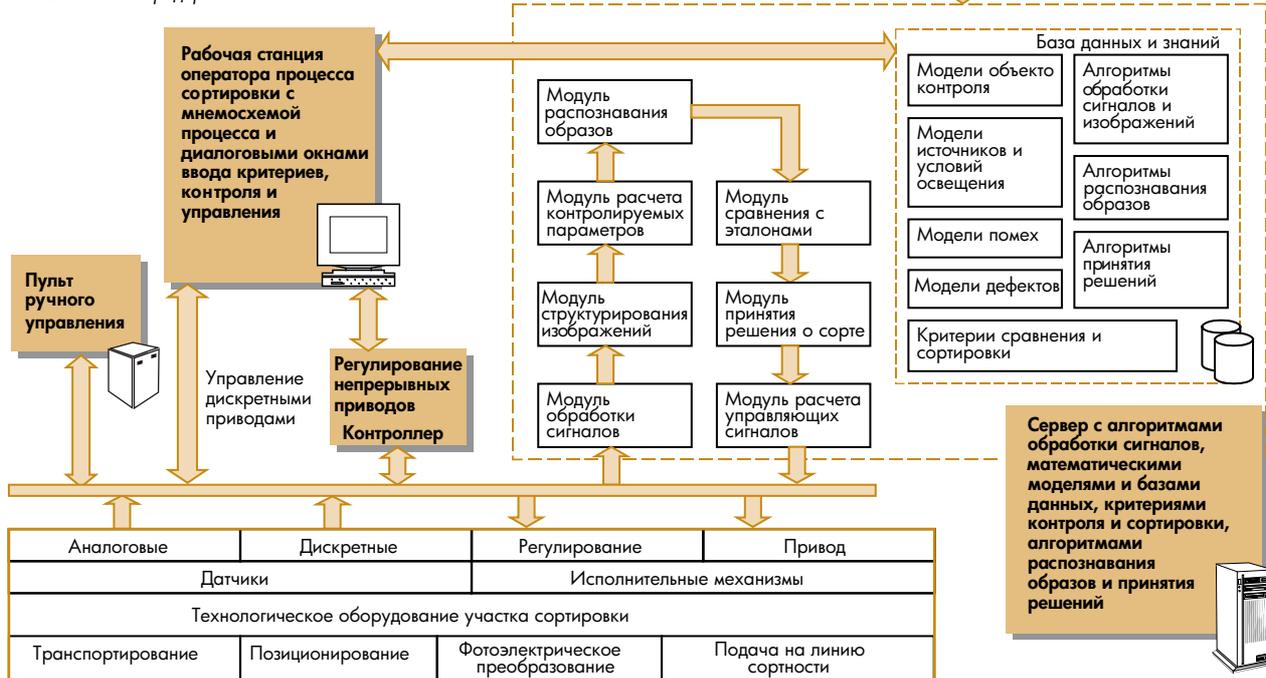


Рис. 2. Структурно-функциональная схема системы автоматизации процесса сортировки керамических изделий на основе информационно-измерительной системы контроля качества изделий.

ИИСК на основе ПЗС-видеокамер, установленных над конвейером с облицовочными плитками, выходящими из печи политого обжига, позволяет автоматизировать контроль геометрических параметров черепка и распознавание дефектов поверхности плиток. По результатам распознавания образов на основе базы данных и знаний о моделях, алгоритмах и критериях принимается решение о браке или сортности плитки и вырабатываются

управляющие сигналы для электромеханического оборудования участка сортировки. Плитки позиционируются на сортные конвейеры, где затем подвергаются финишной обработке, упаковке и складированию.

Таблица.

Примеры определяемых в ходе контроля внешнего вида изделия дефектов и соответствующих им правил для диагностики хода ТП и режимов работы оборудования

Наименование дефекта	Описание дефекта	Правила диагностирования
Деформация	Отклонения от размеров черепка	Нарушение режимов сушки и обжига плиток, износ пресс-форм, неравномерная засыпка порошка в форму
Трещины	Широкие, видимые для глаза и невидимые (глухие)	Нарушение режимов сушки и обжига плиток, повышенная влажность плиток, подвергаемых сушке
Цек	Тонкие трещины	Нарушение режимов сушки и обжига плиток (недожог), несоответствие коэффициента термического расширения глазури и массы плитки
Плешины	Отсутствие глазури на фрагментах черепка	Недостаточная смачиваемость черепка вследствие высокой вязкости глазури
Наколы	Следы газовых пузырьков на глазури	Нарушения химического состава порошка и глазури, режимов сушки и обжига плиток (чрезмерное выделение газов вследствие химических реакций)
Сухость	Вздутие и отслаивание глазури	Использование глазури недостаточной плотности

Использование готовых технических решений [4] для ввода видеоинформации в оперативную память рабочей станции оператора процесса и запись на накопители сервера позволяет разработчику сосредоточиться на решении задач обработки сигналов, распознавания образов и поддержки принятия решений. Отдельной научно-технической задачей является обеспечение точности и качества измерительных операций. ИИСК качества керамических изделий, в частности, облицовочных плиток, в ходе принятия решения о сортности плитки выполняет ряд измерительных процедур. Наиболее сложными и неоднозначно решаемыми задачами являются расчет расстояния между последовательностью эталонов и изображением и задача принятия решения на основе выполненного расчета.

Распознавание образов дефектов керамических изделий на промежуточных и финишных этапах их изготовления может быть осуществлено с использованием искусственных нейронных сетей (НС). Недостатками использования НС в рассматриваемой предметной области является достаточно длитель-

*Интеллектуальная система принятия решения никогда не бывает вполне уверена в своей правоте...*

Журнал «Автоматизация в промышленности»

ный процесс обучения, трудность формализации накопленных НС знаний, привязка структуры НС и полученных в ходе обучения моделей к конкретному измерительному оборудованию и производственным условиям.

В ходе проведенных исследований рассмотрены аналитические способы распознавания изображений при наличии математических моделей их эталонов. Практическим методом описания эталонов и распознавания изображений является определение характеристических параметров. Для решения задач ИИСК использованы центральные моменты изображения:

$$\mu_{pq} = \int \int_{-\infty}^{+\infty} (x - x_0)^p (y - y_0)^q g(x, y) dx dy,$$

где  $g(x, y)$  – уровень сигнала на аналоговом изображении,  $x_0$  и  $y_0$  – координаты центра тяжести сегментированной части изображения, определяемые, в свою очередь, с использованием первых трех декартовых моментов.

Некоторые функции центральных моментов являются инвариантами при вращении, параллельном перемещении и гомотетии изображений [5]. Это свойство особенно ценно при распознавании образов многих дефектов керамических изделий, так как их расположение и размеры могут существенно изменяться от изделия к изделию. Полученная в ходе анализа изображения последовательность  $d=(d_1^*, d_2^*, \dots, d_r^*)$  обобщенных расстояний между изображением (или его сегментированными частями) и используемыми в подсистеме эталонами служит для принятия решения о сорте изделия или его браке. В простейшем случае применяется поиск минимального расстояния.

#### Список литературы

1. Булавин И.А. Машины и автоматические линии для производства тонкой керамики. М.: Машиностроение, 1979.
2. Мороз И.И., Сидоренко А.И., Мороз Б.И. Совершенствование производства фарфоро-фаянсовых изделий. К.: Техника, 1988.
3. Мошкин В.И., Петров А.А., Титов В.С., Якушенок Ю.Г. Техническое зрение роботов. М.: Машиностроение, 1990.
4. Измерения, контроль, диагностика, автоматизация. Каталог. К.: ХОЛИТ Дэйта Системс, 2000.
5. Куафэ Ф. Взаимодействие робота с внешней средой. М.: Мир, 1985.

*Гетьман Ирина Анатольевна – ассистент кафедры прикладной математики Донбасской государственной машиностроительной академии, Украина. Контактный телефон в г. Краматорске (0626) 41-69-56 E-mail: kit@dgma.donetsk.ua*

## РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В ОБЛАСТИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСТВА

А.Б. Путилин, Е.А. Юрагов (МГОУ)

Рассматриваются назначение и особенности систем контроля основных параметров термоэлектрических материалов в серийном производстве TSI-2 и контроля параметров термоэлектрических охлаждающих модулей в серийном производстве ZRTM. Приводятся описания методик, положенных в основу функционирования представленных систем.

Интенсивное развитие в последнее время бесфреонных систем охлаждения, основанных, прежде всего, на эффекте Пельтье, термоэлектрических охладителей и охлаждающих систем на их основе, требует комплексного подхода к задаче разработки информационно-измерительных систем контроля качества, тестирования и испытания термоэлектрических модулей (термоэлементов), батарей и термоэлектрического материала, а также контроля их основных потребительских характеристик.

Для решения поставленной задачи применяются системы контроля основных параметров термоэлектрических материалов в серийном производстве TSI-2 [1] и контроля параметров термоэлектрических охлаждающих модулей в серийном производстве ZRTM [2].

Принятая в построении информационно-измерительных систем *открытая архитектура* позволяет расширять и адаптировать существующие *базовые варианты комплексов* для решения требуемых задач контроля качества и тестирования объектов в серийном производстве, а также проводить их испытания и исследования в лабораторных условиях.

Измерительные системы, предназначенные для работы в условиях серийного производства, позволяют проводить автоматизацию задач контроля качества и диагностики. При разработке подобных систем основное внимание уделяется вопросам *комплексной автоматизации измерительных процессов, легкости освоения операторами, стабильности и надежности работы.*

*Автоматизация измерительных процессов* заключается в исключении оператора из процесса работы измерительных систем или сведение его роли к минимуму. Задача решается путем адаптации систем к текущей ситуации, условиям проведения измерений и последующего самонастраивания основных параметров измерений. Отдельно решаются вопросы разработки и формирования требуемых форм отчетности для паспортизации и сертификации продукции.

*Легкость освоения* систем операторами основана на следующих принципах:

- *простота внедрения*, измерительные комплексы не требуют специального обслуживания, длительного по времени внедрения и функционируют на любом IBM PC-совместимом компьютере;

- *простота обслуживания*, измерительные комплексы ориентированы на операторов, не обладающих специальными навыками и знаниями в области средств вычислительной техники, и поэтому процесс настройки параметров ПО и работы с системой измерений предельно упрощен. Однако для опытного пользователя доступны развитые средства настройки параметров измерений для получения максимальной эффективности от их использования;

- *простота локализации* ПО измерительных систем заключается в возможности выбора оператором системы единиц, принятых в данной стране и работе на родном для оператора языке. Функция локализации обеспечивается посредством подключения региональных настроек и не требует переподготовки заново всего пакета ПО.

*Стабильность работы* измерительных систем основана на двух принципах:

- *полная поддержка* ОС семейства Microsoft® Windows NT/2000/XP, что значительно повышает отказоустойчивость и надежность измерительной системы и особенно актуально в условиях непрерывного производственного цикла;

- *надежность хранения данных* обеспечивается подсистемой резервирования, выполняющей архивирование критически важной информации. Система включает функции архивирования, проверки целостности измерительных данных и процедуру их восстановления в случае утраты, повреждения или искажения.

Измерительные системы лабораторного назначения ориентированы на решение задачи комплексного изучения характеристик исследуемых объектов. Разработка систем исследования объектов в лабораторных условиях может также включать задачи испытаний продукции и предполагает повышенные требования к *точности измерений, возможности расширения заложенной базовой функциональности.*

Перечисленные особенности обеспечиваются:

- *функциональной завершенностью ПО*, программные пакеты измерительных систем в своем составе содержат развитые средства по настройке системы измерений, определению дополнительных новых режимов работы;

- *возможностью расширения*, благодаря наличию открытых программных интерфейсов существует возможность реализовывать собственные методики численных расчетов, подключать новые алгоритмы измерений, а также обеспечивать поддержку системы новыми аппаратными средствами.

Измерительные системы сер. ZRTM и TSI-2 представляют высокопроизводительные программно-аппаратные комплексы, основанные на многофункциональных, быстродействующих платах аналого-цифрового преобразования с высокой разрешающей способностью.

В системах применяются платы аналого-цифрового преобразования сер. PC Lab Card фирмы Advantech Co. Платы сер. PCL выполняют функции аналогового и цифрового ввода/вывода сигналов и таймера-счетчика. Реализована программная поддержка плат сбора и обработки данных сер. PCL для шины ISA и PCI. Среди основных моделей следует особо выделить PCL812PG, PCL818L/LS, PCL818HD/HG и PCL718.

Используются специально разработанные комплекты драйверов, вместо предоставляемых с платами, для наиболее оптимального взаимодействия с аппаратной частью измерительной системы.

Измерительным базисом всех систем служит *сервис измерения*, организующий высокоскоростной ввод/вывод сигналов в ПК, их последующий анализ и обработку. ПО систем состоит из ряда компонент, которые представляют собой функционально завершённые программные блоки, библиотеки, драйверы, а также документацию.

Пакеты прикладного ПО построены на основе *компонентной архитектуры* и реализуют высокоточные измерительные процедуры, многозадачное выполнение, открытые интерфейсы для дальнейшего наращивания функциональности, а также развитый программный интерфейс пользователя. ПО обеспечивает также в необходимом объёме анализ и представление измерительных данных.

Среди существующих аналогов можно привести измерительные тестовые системы *сер. TS* фирмы *TE Technology*, которая является одним из основных производителей измерительных систем подобного класса. Ключевыми отличиями предлагаемых комплексов от измерительных систем *сер. TS* фирмы *TE Technology* являются следующие особенности:

- аппаратная и программная расширяемость и взаимозаменяемость компонент;
- полная поддержка ОС семейства Microsoft® Windows;
- открытость программных интерфейсов для пользователей;
- возможность изменения существующих базовых вариантов измерительных комплексов для измерения требуемых параметров;
- подбор комплектации прикладного ПО измерительных комплексов от минимально возможной до расширенных вариантов.

Измерительные системы прошли комплексные испытания, всестороннее тестирование и в настоящее время эксплуатируются рядом российских и зарубежных фирм, производителей термоэлектрических модулей, батарей и термоэлектрического материала СКТБ НОРД, ИХПМ и др.

#### Система контроля параметров термоэлектрических охлаждающих модулей в серийном производстве

Измерительные тестовые системы *сер. ZRTM* (рис. 1) предназначены для контроля качества термоэлементов в серийном производстве и позволяют измерять сопротивление и параметры эффективности термоэлектрических модулей. С помощью встроенных температурных датчиков результаты измерений приводятся к нормальной температуре. Дополнительно поддерживается ряд исследовательских функций для более полного изучения характеристик термоэлементов. Программный пакет системы измерений предназначен для работы на IBM-совместимом ПК под управлением ОС семейства Microsoft® Windows.

#### Область применения системы:

- аттестация и паспортизация термоэлектрических модулей, отбраковка по заданным критериям, учет качества, создание ведения БД параметров модулей, получение оперативной информации по модулям различными службами предприятия;
- входной контроль параметров термоэлектрических модулей и выбор термоэлектрических модулей при проектировании устройств на их основе;
- проведение лабораторных испытаний термоэлектрических модулей: определение времени выхода модуля на рабочий режим, исследование параметров модулей при различных режимах измерений (изменение величины, направления тока, частоты переменного тока) с помощью визуального представления на экране ПК в режиме осциллографа падения напряжения на выбранном модуле;
- исследование различных технологических объектов посредством воздействия на них определенной импульсной последовательности. Требуемый режим определяется с помощью источника сигнала, схемы и режима задания сигнала. Переходная характеристика объекта сохраняется для последующего анализа программными средствами пакета.

#### Основные технические характеристики

Число одновременно измеряемых модулей, ед	1...20
Диапазон изменения	
амплитуды тока в измерительной цепи, мА	5...128
частоты тока в измерительной цепи, Гц	55...2000
сопротивления, Ом	0,05...5
Время одного цикла измерения, мин	1...3
Погрешность измерения	
термоэлектрической эффективности, %	0,5...1,5
сопротивления, %	≤1,5
температуры воздуха, °С	±0,5
Потребляемая мощность (без ПК), Вт	50
Рабочий диапазон температур, °С	10...40

#### Описание методики измерения

Основным критерием оценки качества изготовления термоэлектрических элементов является значение параметра эффективности, определяемого свойствами используемых полупроводниковых материалов и геометрией элемента. При известных



Рис. 1. Программно-аппаратный измерительный комплекс *сер. ZRTM*

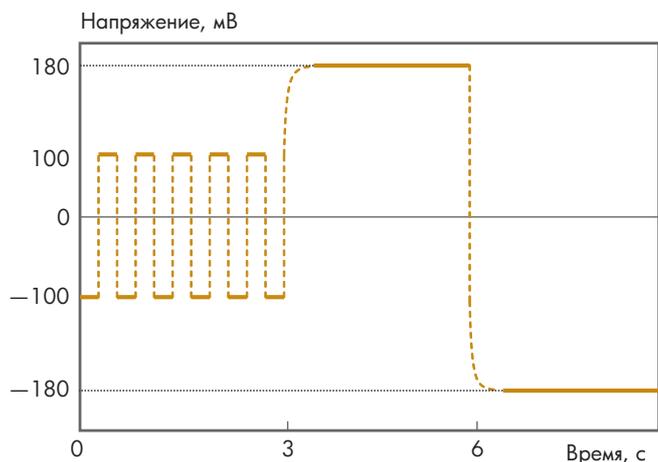


Рис. 2. Напряжение на термоэлементе при последовательном пропускании через него переменного, постоянного прямого и обратного тока

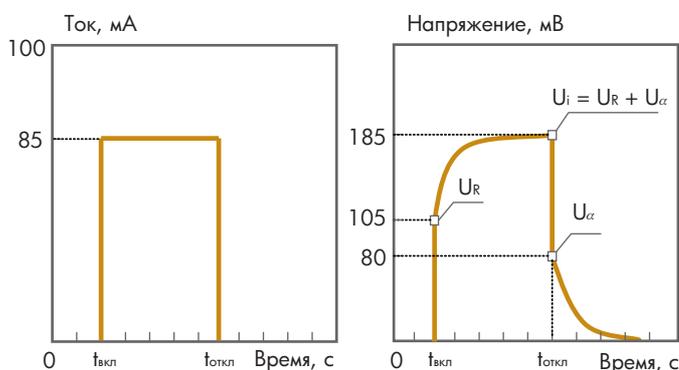


Рис. 3. Прямоугольный импульс тока, пропущенный через термоэлемент (а), и соответствующая ему характеристика напряжения (б)

и оптимизированных размерах термоэлементов эффективность характеризует свойства материала и, в конечном итоге, холодопроизводительность. Отклонение от заданных величин могут определяться как отклонениями в технологии получения полупроводникового материала элементов, так и отклонениями в сборочной технологии.

В зависимости от требований и задач проводимых испытаний измерительные тестовые системы сер. ZRTM реализуют два метода оценки параметра эффективности: модифицированный метод Хармана используется в качестве базового метода при контроле качества и сертификации термоэлементов в серийном производстве, а тестовый метод анализа переходных процессов — для единичных прецизионных измерений в лабораторных условиях [3].

Модифицированный метод Хармана заключается в измерении сопротивления термоэлемента последовательно на переменном токе, последовательно прямоугольных импульсов, постоянном прямом и обратном токе и последующем вычислении параметра эффективности. На рис. 2

представлен график падения напряжения на термоэлементе для указанной последовательности импульсов.

Из-за тепловой инерции реактивная составляющая  $U_\alpha$  полного падения напряжения  $U_i$  на элементе не изменяет свою полярность при измерении на переменном токе, в отличие от омической составляющей напряжения  $U_R$ . В результате составляющие можно легко разделять. Биполярный вариант метода позволяет устранить дисбаланс нулевого смещения и влияние термо-ЭДС. Параметр эффективности определяется через отношение реактивной и омической составляющих величин полного падения напряжения на элементе:

$$Z \sim \frac{U_+ + U_-}{2U_-},$$

где знаками "+" и "-" обозначены полярности для прямого и обратного тока соответственно.

Метод измерения, основанный на анализе переходных процессов, также являющийся биполярным, заключается в получении переходной характеристики термоэлементов или термоэлектрических батарей при импульсном воздействии на них (рис. 3).

Сбор и обработка оцифрованных данных, представляющих напряжение на элементе до и сразу после отключения тока, позволяют точно рассчитать время отключения  $t_{откл.}$  и далее, с помощью экстраполяции функций  $U_\alpha(t)$  и  $U_i(t)$ , их соответствующие значения в момент переключения.

На практике также используется биполярный вариант данного метода (на рис. 3 показан только положительный полупериод). В этом случае параметр эффективности будет пропорционален величине:

$$Z \sim \left( \frac{U_\alpha}{U_R} \right)_+ + \left( \frac{U_\alpha}{U_R} \right)_-,$$

где знаками "+" и "-" обозначены полярности для прямого и обратного тока соответственно.

Точность измерения по данному методу значительно выше, т. к. метод является прямым.

Измерения проводятся не в вакуумированном объеме, поэтому весомый вклад в конечный результат вносят поправочные коэффициенты на тепловые потери с поверхности модуля, которые могут достигать заметных значений даже при незначительных разностях температур на модуле. Система поддерживает как численное задание поправочных коэффициентов по определенной пользователем методике, так и программный расчет, исходя из геометрии модуля и характеристик его ветвей.

Значения основных параметров измерений по обоим методам вычисляются автоматически в соответствии с условиями проведения измерений и выбранным типом измеряемых термоэлементов.

Дополнительно система поддерживает развитые средства по обработке и хранению измерительных данных, ведению БД параметров термоэлементов, схемы формирования сертификатов и протоколов измерения.

#### Система контроля основных параметров термоэлектрических материалов

Измерительные тестовые системы сер. TSI-2 предназначены для проведения измерений сопротивления и электропроводности участков слитка заданной длины. Предусмотрено тестирование слитков р-типа, п-типа и комбинированных. С помощью встроенных температурных датчиков все результаты измерений приводятся к нормальной температуре. Держатель слитков с установленными в нем измерительными зондами обеспечивает снятие сигналов максимум с 20 участков слитка. Программный пакет системы измерений предназначен для работы на IBM-совместимом ПК под управлением ОС семейства Microsoft® Windows.

Система предназначена для использования в серийном производстве при выходном контроле качества термоэлектрического материала.

#### Основные технические характеристики

Диаметр контролируемых слитков, мм	5...35
Длина контролируемых слитков, мм	5...300
Минимальная длина контролируемого участка слитка, мм	10
Ток в измерительной цепи, А	0,01...10
Время одного цикла измерения, с	30
Погрешность измерения	
электропроводности, %	≤1,5
температуры воздуха, °С	±0,5
Потребляемая мощность (без ПК), Вт	50
Рабочий диапазон температур, °С	10...40

**Юрагов Евгений Алексеевич** — сотрудник кафедры ИСИТ Московского государственного открытого университета.

Контактные телефоны: (095) 287-97-11, 284-10-19. E-mail: putilin@bestcom.ru u.genura@mtu-net.ru

#### Описание методики измерения

Качество термоэлементов зависит от применяемого для их изготовления термоэлектрического материала. Измерительные тестовые системы сер. TSI-2 предназначены для измерения удельного сопротивления слитка. Термоэлектрические материалы имеют малую величину удельного сопротивления ( $10^{-2} \dots 5 \cdot 10^{-4}$  Ом·см), поэтому используется четырехпроводный зондовый метод измерения: с помощью двух зондов через образец прямоугольной или цилиндрической формы пропускается измерительный ток. Два других зонда, расположенные на боковой поверхности, служат для снятия напряжения на фиксированной длине. Реализованный метод позволяет проводить замеры максимум на 20 участках слитка.

При пропускании тока через образец наряду с омической составляющей падения напряжения дополнительно возникает реактивная составляющая за счет эффекта Пельтье. Появление составляющей, обусловленной термо-ЭДС, ухудшает точность измерения. Для уменьшения погрешности измерения проводятся на переменном токе.

#### Список литературы

1. Жолобов С.В., Нефедов С.В., Юрагов Е.А. Система контроля основных параметров термоэлектрических материалов в серийном производстве // ВНТК. Ч.1, Н. Новгород, 2000.
2. Путилин А.Б., Жолобов С.В., Нефедов С.В., Юрагов Е.А. Система контроля параметров термоэлектрических модулей ZRTM и ее применение // Тр. X Межд. форума по термоэлектричеству, Черновцы, 2002.

**Путилин Александр Борисович** — д-р техн. наук, проф.,

## ТЕХНОЛОГИИ ШТРИХОВОГО КОДИРОВАНИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

**М.Г. Серов**  
(Компания Векон)

Описаны назначение, функции и принцип действия автоматизированной системы маркировки готовой продукции, реализованной для предприятия машиностроительной отрасли специалистами компании Векон.

Практика показывает, что действующий в настоящее время оперативный учет на многих машиностроительных предприятиях не обеспечивает в полной мере должного контроля за ходом производства. Недостаточная степень автоматизации оперативного учета приводит к снижению качества продукции, росту числа рекламаций, постепенной потере рынка сбыта.

Руководством одного из предприятий машиностроительной отрасли — ОАО "Кузбассэлемент" — перед специалистами компании Векон была поставлена задача усовершенствования сис-

темы учета выпуска продукции с целью снижения процента брака и возможности отслеживания исполнителей, ответственных за выпуск некачественных изделий.

После детального изучения существующей на заводе системы контроля качества продукции, схемы движения материальных потоков, маршрутных карт специалистами компании Векон была разработана система маркировки готовой продукции (СМГП). Система предназначена для маркировки продукции посредством самоклеящихся ярлыков с нанесением на них идентификационных данных,

в том числе штриховых кодов. Объектами учета являются аккумуляторы, производимые предприятием (рис. 1).



Рис. 1

Выполнен подбор материалов, стойких к условиям эксплуатации изделий.

Система состоит из блоков формирования: стандартного торгового штрих-кода EAN-13 и технологического штрих-кода, который, в случае предъявления заказчиком претензий к качеству продукции, в совокупности с БД обеспечивает идентификацию исполнителей основных технологических операций. Идентификация обеспечивается за любой предыдущий период изготовления продукции.

*Торговый штрих-код* EAN-13 присваивается Ассоциацией ЮНИСКАН / EAN РОССИЯ и содержит код страны, код производителя, код товара, контрольную цифру.

*Технологический штрих-код* содержит уникальный код продукции, при считывании которого пользователь получает доступ к следующей информации:

- код изделия или комплектующих;
- номер и наименование операции;
- дата и номер смены;
- табельные номера мастеров смен;
- табельные номера работников;
- номера партии, заказа, партий комплектующих, наряда;
- наименование предприятия-покупателя.

Автоматизированная система маркировки готовой продукции представляет собой ПТК, включающий: технические средства (термотрансферный принтер для печати ярлыков, сканер штрих-кодов, компьютер) и программные средства, с помощью которых информация поступает в БД и предоставляется пользователям. Проект выполнен с использованием БД MS SQL. Реализация клиентской части АРМ операторов возложена на язык программирования Delphi.

Рассмотрим принцип действия системы. В течение всего производственного цикла рабочие, мастера, табельщики, работники ОТК и другие ответственные лица через экранные формы вносят в БД

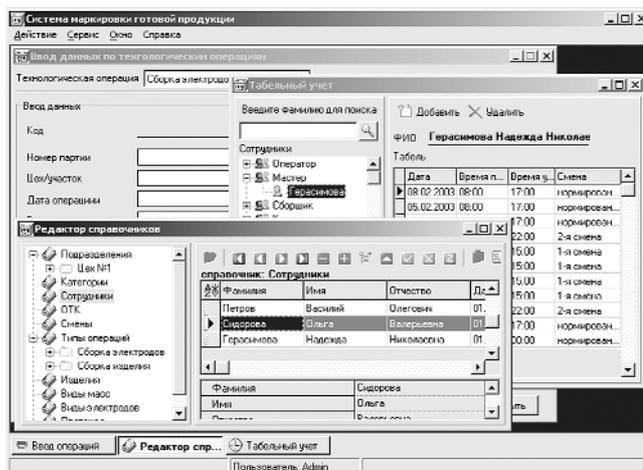


Рис. 2

информацию по своей операции (переделу) (рис. 2). При сдаче на склад готовой продукции система автоматически формирует уникальный код. Если информация по какому-либо переделу отсутствует в БД, то код не будет сформирован и система выдаст соответствующее сообщение. После присвоения продукции уникального кода, по команде оператора, сигнал поступает на термотрансферный принтер для печати ярлыка. Ярлык приклеивается на каждую единицу продукции и сохраняется в течение всего гарантийного срока. В случае поступления рекламации от покупателя, путем сканирования технологического штрих-кода может быть восстановлена вся технологическая цепочка изготовления изделия.

Таким образом, в процессе эксплуатации системы, накапливается БД о претензиях со стороны потребителей продукции, а также статистическая информация о характере дефектов, возникающих в процессе эксплуатации.

Результатом создания системы СМГП является повышение конкурентного преимущества предприятия как на внутреннем, так и на внешнем рынках сбыта посредством решения следующих задач:

- персональной идентификации исполнителей основных технологических операций, влияющих на общие качественные показатели продукции;
- повышения ответственности персонала за качество выпускаемой продукции;
- регистрации данных о претензиях со стороны потребителей продукции;
- анализа статистической информации о характере дефектов возникающих в условиях эксплуатации.

*Серов Михаил Геннадьевич — эксперт по информационным технологиям компании ВЕКОН.  
Контактный телефон (095) 733-98-81.*