

УДК 681.325.5

РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ И СОРТИРОВКИ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Гетьман И.А., ассистент

*(Донбасская государственная машиностроительная академия,
г. Краматорск, Украина)*

Актуальность исследований. 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: модернизация основных производственных мощностей и автоматизация технологических процессов.

Постановка задачи. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) в керамическом производстве должны базироваться на высокоточных и достоверных информационно-измерительных системах, обеспечивающих контроль качества хода технологических процессов 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.

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 1

приведены примеры дефектов изделий, доступных к определению в ходе контроля внешнего вида изделий фотоэлектрическим способом, и соответствующие им правила для диагностики хода технологического процесса и режимов работы оборудования.

Таблица 1 – Примеры определяемых в ходе контроля внешнего вида изделия дефектов и соответствующих им правил для диагностики хода технологического процесса 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

Изложение результатов исследований. Информационно-измерительная система контроля качества (ИИСКК) 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). В качестве наиболее эффективных для использования в изучаемой предметной области были определены нейронные сети встречного распространения (Learning Vector Quantization Network). LVQ-сети состоят из входного слоя нейронов и слоев Кохонена и Гроссберга. Недостатками использования НС в рассматриваемой предметной области является достаточно длительный 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 ИИСКК использованы центральные моменты изображения:

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

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. 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 $d^* = (d_1^*, d_2^*, \dots, d_t^*)$ 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. Работа подсистемы распознавания моделировалась при помощи пакета MatLAB.