

УДК 620.179.111.2:004.93

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ДЕФЕКТОВ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ ЦИФРОВОЙ ФОТОСЪЕМКИ

И. Р. ПЕРФИЛОВ

Научный руководитель В. С. КУВШИННИКОВ, канд. техн. наук
Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
Москва, Россия

В высокотехнологичных отраслях капиллярный контроль является важным методом технического контроля при обеспечении качества продукции. Традиционные формы технологического процесса контроля трудоемки, подвержены субъективным оценкам специалистов и требуют значительной части рабочего времени для фиксации результатов. Общая эффективность промышленного контроля проникающими веществами, особенно при контроле крупных объектов или больших партий изделий, снижается. Исследование и разработка автоматизированных решений для снижения влияния человеческого фактора и повышения скорости контроля является актуальной задачей.

Предложено программное решение на основе алгоритмической обработки изображений (без использования нейросетей) с применением детерминированных алгоритмов, что обеспечивает интерпретируемость результатов и прозрачность анализа. Программно-алгоритмическая система автоматизирует анализ изображений с результатами контроля за счет оценки разрешения и освещенности, коррекции перспективных искажений и первичного выявления индикаторных следов. Эксперту предоставляется возможность вручную откорректировать или дополнить результаты анализа изображения на основе протокола автоматически выявленных индикаторных следов.

Обработка данных выполняется последовательно с применением чётких математических критериев. Начальный этап включает автоматическую проверку технических параметров изображения (разрешение, освещённость) с использованием пороговых фильтров и анализа гистограмм яркости. Снимки, не соответствующие установленным критериям, отбраковываются.

Коррекция перспективных искажений, возникающих из-за угла съемки, реализуется с помощью гомографического преобразования. Система определяет опорные точки на изображении и сопоставляет их с физическими размерами объекта, введенными экспертом.

Выделение рабочей зоны производится автоматически с использованием аппроксимации контуров и комбинации морфологических операций для отделения объекта контроля от фона.

Локализация дефектов основана на анализе цветовых каналов цифрового изображения в пространстве HSB. Пороговые значения настраиваются пользователем для адаптации к различным типам пенетранта и условиям съемки. Обнаруженные аномалии классифицируются по трём параметрам: контрастность, форма и отношение периметра к площади.

На финальном этапе пользователю предоставляется перечень выявленных индикаторных следов, подкрепленный средствами визуализации, с возможностью ручной коррекции границ дефектов и цифрового протоколирования результатов.

Блок-схема алгоритма представлена на рис. 1.

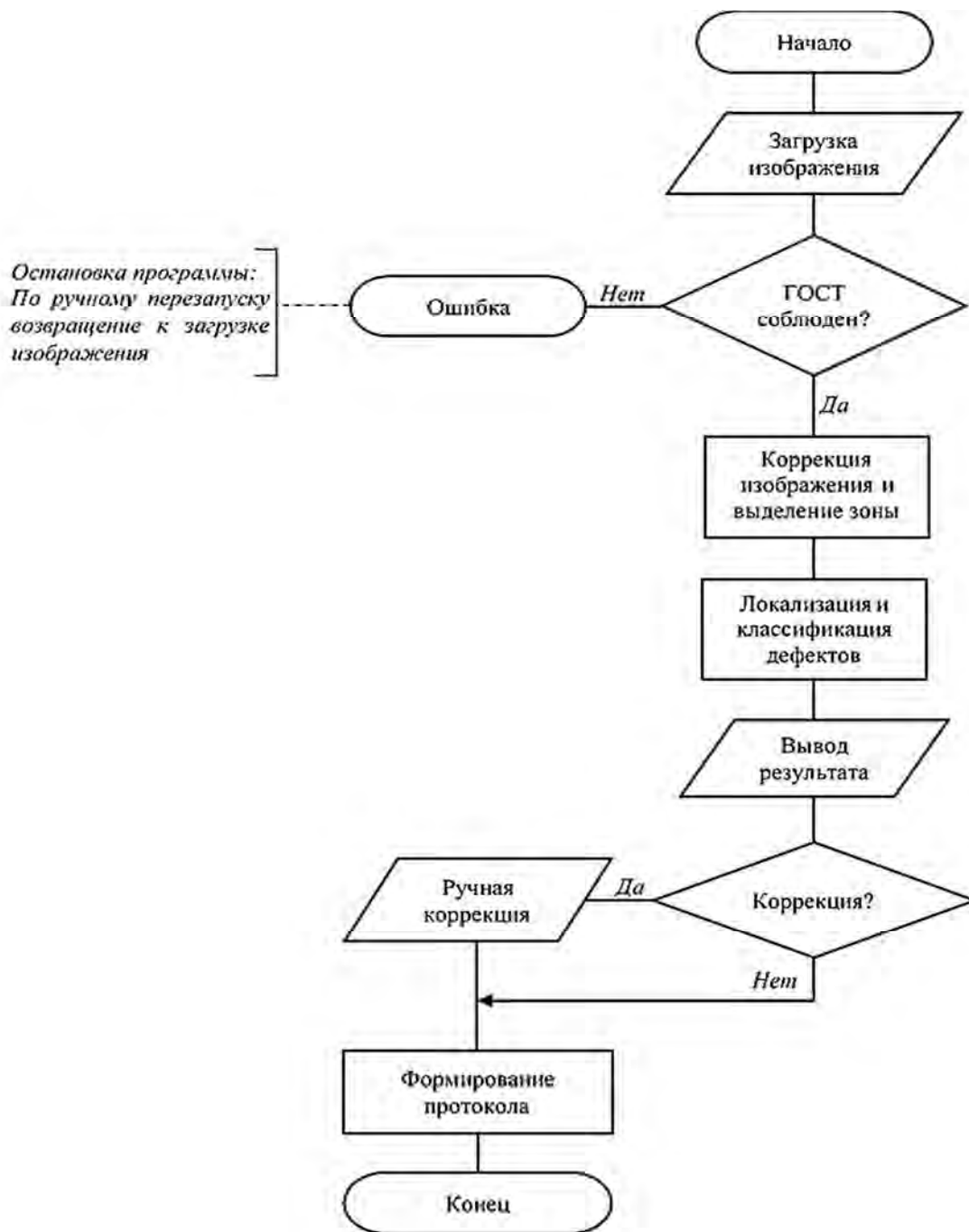


Рис. 1. Блок-схема алгоритма

Данное решение позволит повысить объективность и скорость контроля, минимизировать влияние человеческого фактора, а также вплотную подойти к практической реализации доступных, масштабируемых и универсальных автоматизированных систем контроля проникающими веществами.