

О Т З Ы В

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Манойлова Владимира Владимировича, на диссертацию Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим. Тема диссертации «Контроль параметров и дефектов кварцевых трубок в процессе производства на основе технического зрения» по специальности 2.2.8 Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды

1.Актуальность темы диссертации

Трубки из кварцевого стекла широко используются в таких отраслях, как электроника, оптика, фотоника, упаковка лекарственных материалов и при производстве различных полупроводников. В последние годы объем рынка трубок из кварцевого стекла в России показывает тенденции роста.

Параметры этих трубок напрямую влияют на их оптические свойства, такие как пропускание и преломление света. Точное определение параметров трубок гарантирует их соответствие требуемым характеристикам.

Дефекты поверхности, такие как трещины, царапины, пузыри могут поставить под угрозу структурную целостность и надежность трубок из кварцевого стекла. Обнаружение и определение характеристик поверхностных дефектов становится особенно важным фактором в тех случаях, когда эти трубки подвергаются воздействию высоких температур, давления, или агрессивных веществ. Кроме того, соблюдение круглой геометрической формы трубок имеет решающее значение в промышленных применениях, где требуется точное выравнивание и позиционирование. В таких приложениях, как оптоволоконно, лазерные технологии и оптоэлектроника. Круглая форма трубки обеспечивает правильную передачу света и выравнивание оптических компонентов. Поэтому точное обнаружение и анализ округлости трубки является важным для обеспечения

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-334 от 04.07.25
АУ УС

правильного функционирования систем, в которых применяются трубки из кварцевого стекла.

Автоматизация контроля параметров трубок позволяет принимать соответствующие меры во избежание возможных рисков для безопасности или выхода изделия из строя.

Автоматизация процессов контроля параметров и выявлений дефектов трубок из кварцевого стекла особенно важна, так как высокая скорость линии по производству кварцевых трубок и неблагоприятные условия окружающей среды затрудняют человеческому глазу своевременное обнаружение дефектов и напрямую влияют на производство высококачественной трубчатой продукции. Использование технического зрения обеспечивает высокую скорость и точность контроля.

Рассматриваемые в диссертации автоматизированные методы контроля параметров и выявления дефектов трубок из кварцевого стекла в процессе производства в режиме реального времени позволяют снизить нагрузку на зрение операторов, а также повысить производительность изготовления продукции. Развитие этих методов является актуальной задачей.

В связи с этим можно утверждать, что актуальность темы диссертации соискателем достаточно хорошо обоснована.

2. Научная новизна диссертации

1. В работе Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим предложены и научно обоснованы способ и алгоритм дистанционного измерения толщины стенки кварцевой трубки, которые обеспечивают автоматизированное достижение заданных параметров трубок в процессе производства. Предложенные алгоритм и способ обеспечивают решение поставленных задач в условиях возможных колебаний и вибраций трубок в процессе их волочения.

2. Предложенные в работе методика и алгоритм проведения автоматизированного контроля круговой геометрии трубки на базе преобразования в полярную систему координат являются новыми и обеспечивают высокие результаты в режиме реального времени.

3. Предложенный алгоритм автоматического обнаружения поверхностных дефектов контролируемых трубок в режиме реального времени обеспечивает обнаружение поверхностных дефектов в кварцевых трубках с доверительной вероятностью не менее 95% без необходимости использования эталонных изображений, что существенно в условиях автоматизированного производства.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

1. Высокая степень обоснованности и достоверности, полученных научных положений, выводов и рекомендаций обусловлена тем, что предложенные в работе алгоритмы и методики автоматизированного обнаружения поверхностных дефектов контролируемых трубок были реализованы в разработанном автором программном обеспечении. Это программное обеспечение было апробировано на большом количестве экспериментальных данных и показало высокий процент правильно обнаруженных дефектов в автоматизированной системе в режиме реального времени.

2. Сопоставление литературных данных и результатов автора, полученных в условиях автоматизированного производства и при тестировании методов и алгоритмов на исследовательской экспериментальной установке, показало их высокое соответствие, что также подтверждает достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

4. Научные результаты, их ценность

Алгоритмы, методики и программное обеспечение, предложенные в диссертационной работе Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим позволили повысить достоверность автоматизированного контроля в условиях серийного производства в режиме реального времени.

В работе Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим для решения поставленных задач по автоматическому обнаружению дефектов контролируемых кварцевых трубок используются программные модули, реализующие типовые операции обработки изображений из открытой библиотеки OpenCV. Параметры этих модулей были адаптированы в диссертационной работе для обеспечения эффективного обнаружения дефектов и для достижения нужного быстродействия при работе в режиме реального времени.

После предварительной обработки изображения переводятся в оттенки серого, и выполняется первый этап комплексного алгоритма, на котором выявляются механические дефекты внутри и на внешней поверхности трубок. Если дефекты обнаруживаются, то трубка бракуется.

Разработанный подход автоматизированного контроля дефектов трубок показывает комплексность разработанных автором алгоритмов и методик.

Разработанное программное обеспечение было тщательно протестировано в работе с реальными изображениями. При этом автор обращает серьезное внимание на робастность алгоритмов при работе в неблагоприятных условиях освещения, загрязнения трубок и при наличии других мешающих факторов.

Результаты диссертационного исследования, проведенные Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим достаточной степени освещены в 12 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы

основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК). Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Полученные в диссертационной работе Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим результаты имеют научное и практическое значение. Теоретическая значимость проведенного исследования состоит в следующих положениях:

1. Разработанные автором диссертации архитектура, алгоритмы и методики системы диагностики дефектов позволяют проводить промежуточный и выпускной контроль кварцевых трубок в реальном масштабе времени.

2. Адаптация автором программных модулей элементарных операций обработки изображений из открытой библиотеки OpenCV позволила упростить реализацию разработанных алгоритмов и тем самым обеспечить эффективное обнаружение дефектов кварцевых трубок и нужное быстроедействие для выполнения работы в режиме реального времени.

Практическая значимость работы Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим заключается в следующих положениях:

1. Предлагаемые методики и алгоритмы контроля механических дефектов внутренней и внешней поверхностей кварцевых трубок обеспечивают 95% правильных обнаружений дефектов в реальном времени. Эти методики и алгоритмы используются в условиях серийного производства.

2. Результаты диссертации использованы в производственной и учебной деятельности Университета «Университетский колледж Аль-

Салама» (Ирак) и компании «Центр обучения и развития Аль-Равафед» (Ирак) о чем свидетельствуют акты, копии которых имеются в Приложениях к диссертации.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим носит прикладной характер. Ее результаты целесообразно использовать и внедрять на различных предприятиях, серийно выпускающих кварцевые трубки. Исследования, выполненные автором, целесообразно продолжить в научных коллективах, которые занимаются обработкой изображений в реальном времени и автоматизацией процессов в промышленности, где целесообразно использовать техническое зрение в автоматизированном режиме.

7. Замечания и вопросы по работе

1. В ходе испытаний алгоритмов, описанных в главе 4, анализировались как образцы трубок без дефектов поверхности, так и трубки с заранее созданными искусственными дефектами. Все ли возможные дефекты были созданы на исследуемых трубках? Может быть, имело смысл создать имитационную модель со всеми возможными дефектами, а не только теми, которые были созданы искусственно. Такая модель могла бы помочь более тщательно произвести тестирование разработанных алгоритмов, оценить возможности и эффективность разработанных алгоритмов.

2. Нет ли необходимости кроме медианной, применить еще и другие алгоритмы фильтрации, т.к. как известно медиана хорошо убирает выбросы, но хуже справляется с шумом?

3. Какова величина отношения полезного сигнала к шуму в реальном изображении?

4. Проводились ли исследования величины порога при бинаризации изображения или использовался только порог, полученный по алгоритму Оца?

5. Каким образом осуществлялась фокусировка регистрируемого изображения в установке для тестирования алгоритмов, описанной в главе 4? Вручную или автоматически, по какому-то критерию? Как влияет качество фокусировки на эффективность работы алгоритмов?

8. Заключение по диссертации

Считаю, что цель диссертационной работы Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим достигнута. Все поставленные в работе задачи выполнены. Диссертация Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим «Контроль параметров и дефектов кварцевых трубок в процессе производства на основе технического зрения» представляет собой комплексное, законченное исследование на актуальную тему, имеющее научное и практическое значение. Диссертация написана простым понятным языком. Количество опечаток и орфографических ошибок в текстах диссертации и автореферата минимальное. Результаты работы в достаточной степени проиллюстрированы таблицами и рисунками. Обзор литературы и список литературных источников свидетельствует о хорошем знакомстве автора с современными исследованиями в изучаемой области. Отмеченные выше замечания и вопросы по работе носят информационный и рекомендательный характер и не влияют на положительную оценку работы.

Диссертация *Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим* на тему «Контроль параметров и дефектов кварцевых трубок в процессе производства на основе технического зрения», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8. «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды»

полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Санкт-Петербургский горный университет Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II от 20/05/2021 № 953 адм., а ее автор *Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим* заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8. «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

Официальный оппонент, заведующий лабораторией «Автоматизации измерений и цифровой обработки сигналов» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт аналитического приборостроения Российской академии наук (ИАП РАН), доктор технических наук, доцент

Манойлов

Манойлов Владимир Владимирович

Подлинность оригинальной подписи официального оппонента Манойлова Владимира Владимировича заверяю:

26.06.2025

Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт аналитического приборостроения Российской академии наук (ИАП РАН)



доктор технических наук

Евстрапов Анатолий Александрович

Сведения об официальном оппоненте: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт аналитического приборостроения Российской академии наук (ИАП РАН), Почтовый адрес: 198095, а/я 140, г. Санкт-Петербург, улица Ивана Черных, 31-33, лит. А, сайт: iairas.ru, эл.почта iap@ianin.spb.su, телефон: (812) 363-0719