ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.6
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 17.07.2025 №20

О присуждении **Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим**, гражданке Республики Ирак, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «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 принята к защите 14.05.2025, протокол заседания №10, диссертационным советом ГУ.6 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 154 адм, с изменениями от 31.08.2023 №1193 адм, от 30.07.2024 №1212 адм.

Соискатель, **Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим**, 17 апреля 1984 года рождения, в 2009 году окончила магистратуру университета Аль-Нахрейн (Ирак) по специальности Физика.

С 2018 по 2022 год **Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим**, являлась аспиранткой очной формы обучения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет).

Работает преподавателем в Министерстве высшего образования и научных исследований (Республика Ирак).

Диссертация выполнена на кафедре автоматизации процессов химической промышленности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» Минобрнауки России.

Научные руководители:

Харазов Виктор Григорьевич – доктор технических наук, профессор федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный

технологический институт (технический университет)», кафедра автоматизации процессов химической промышленности, профессор;

Русинов Леон Абрамович - доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», кафедра автоматизации процессов химической промышленности, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Сясько Владимир Александрович – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева», кафедра теоретической и практической метрологии, профессор;

Манойлов Владимир Владимирович – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт аналитического приборостроения Российской академии наук, лаборатория «Автоматизации измерений и цифровой обработки сигналов», заведующий лабораторией

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»**, г. Санкт-Петербург в своем положительном отзыве, подписанном Юлдашевым Зафаром Мухамедовичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой Биотехнических систем, Семеновой Евгенией Анатольевной, кандидатом технических наук, доцентом, секретарем заседания и утвержденном Семеновым Александром Анатольевичем, доктором технических наук, доцентом, проректором по научной и инновационной деятельности, указала, что в диссертационном исследовании предложена и детально проработана методика и комплексный алгоритм контроля параметров и дефектов кварцевых трубок в реальном времени непосредственно в производственных условиях на основе технического зрения. В результате погрешность измерения толщины трубки в процессе вытягивания составила 5%, обеспечена возможность обнаруживать овальность, скосы и сколы, а также поверхностные дефекты, обеспечивая до 95% правильных обнаружений.

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в 13 печатных работах, в том числе в 2-х 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), одной статье в сборнике, цитированном в Scopus.

Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 3,06 печатных листов, в том числе 2,15 печатных листов - соискателя.

Статьи в научных журналах, входящих в перечень ВАК России:

1. **Аль Гурайбави А. О.** Автоматическое обнаружение дефектов толщины круглых кварцевых трубок оптическим методом / А.О. Аль Гурайбави, Н.В. Воробьев, М.Х. Кадим, Л.А. Русинов // Южно-сибирский научный вестник, № 3 (49) • июнь 2023, С186-191.

Соискателем рассмотрен метод на базе технического зрения, позволяющий в реальном времени обнаруживать разнотолщинность, возможную овальность и сколы на торце трубок во время их вытяжки. Для обработки изображения использовалась библиотека алгоритмических примитивов OpenCV, а программа, реализующая обработку, была написана на языке Python 3.7. Среднее время, затрачиваемое на обработку изображения размером 640×480 пикселей с разрешением 300dpi, составило 125мс.

2. **Аль Гурайбави А. О.** Измерение и контроль толщины кварцевых трубок оптическим методом / Аль Гурайбави А. О., Воробьев Н. В., Русинов Л. А. // Контроль. Диагностика, 2023, т. 26, № 9, С50-57.

В данной статье соискателем рассмотрены метод и алгоритм работы системы контроля и измерения толщины трубок из кварцевого стекла в процессе их производства на основе технического зрения. Метод обеспечивает работу в реальном времени (время обработки одного изображения трубки не превышает 30 мс) с погрешностью не более 3 – 5 %.

Статьи в научных журналах, входящих в перечень Scopus::

3. **Al-Ghuraibawi A.O.** Automated Detection of Defects on the Surface of Quartz Glass Tubes / A.O. AL-Ghuraibawi, L. A. Rusinov// IEEE/2023 V International Conference on Control in Technical Systems (CTS) – 2023. – P. 143-146. Doi:10.1109/CTS59431.2023.1028872

Соискателем предложен метод автоматического обнаружения поверхностных дефектов трубок из кварцевого стекла на основе технического зрения. Метод предлагает более надежный и эффективный подход к выявлению таких дефектов.

Публикации в прочих изданиях:

3. **Аль Гурайбави А. О.** Автоматизация обнаружения дефектов поверхности трубок из кварцевого стекла / А.О. Аль Гурайбави, Л. А. Русинов // V Международная научная конференция по проблемам управления в технических системах (ПУТС-2023), ЛЭТИ,2023- С.180-183.

В этой работе соискателем предложен метод автоматического обнаружения дефектов на поверхности трубок из кварцевого стекла с использованием технического зрения.

4. **Аль Гурайбави А. О.** Автоматизация измерения диаметров и толщин трубки из кварцевого стекла оптическими методами / А.О. Аль Гурайбави // Молодежная школа-семинар по проблемам управления в технических системах имени А.А. Вавилова, Россия, Санкт-Петербург, 28 сентября 2023, С.41-43.

Соискателем предложены метод и алгоритм автоматизированной системы измерения толщины трубок непосредственно в процессе их производства при возможном наличии вибраций и возмущений.

5. **Аль Гурайбави А.О.** Контроль разнотолщинности кварцевых труб в процессе их производства / А.О. Аль Гурайбави // XIII Научная конференция «Традиции и Инновации», посвященная 194-й годовщине образования СПбГТИ(ТУ), 2022

Соискателем предложено определять отклонения от круглой формы трубки по отклонению от прямой линии изображения торца трубки в полярных координатах. Такие отклонения свидетельствовали о наличии овальности в сечении трубки. Время на определение этих дефектов составило порядка 100мс, что позволяет производить контроль трубки в реальном времени.

6. **Аль Гурайбави А.О.** Онлайн измерение толщины кварцевой трубки / А.О. Аль Гурайбави, Н.В. Воробьев // XIII Научной конференции «Традиции и Инновации», посвященная 194-й годовщине образования СПбГТИ(ТУ), 2022, С.183

Соискателем предложен алгоритм, определяющий толщину стенки трубки по расстоянию между лучами лазера, отраженными от наружной и внутренней ее стенок. Особенностью метода является его возможность измерять толщину непосредственно в процессе вытяжки трубок, что позволит незамедлительно принять меры в случае отклонения от задания. На проведение измерения требуется менее 30 мс.

7. **Аль-Гурайбави А.О.** Информационная система диагностики нарушений кварцевого стекла наблюдаемых с помощью фотоэлектронных оптических устройств / А.О. Аль-Гурайбави, В.Г. Харазов // Материалы научной конференции «Традиции и Инновации», посвященной 193-й годовщине образования СПбГТИ(ТУ), 2021, С.217.

В работе соискатель предложила способ оценивания таких приоритетны дефектов, как многослойная неоднородность, мелкозернистая неоднородность, пузыри, мошки, непровар, капиллярность, изменение толщины стенок кварцевых трубок.

8. **Аль-Гурайбави А.О.** Структура базы знаний нейлоровской диагностической экспертной системы / А.О. Аль-Гурайбави // Научная конференция «Традиции и инновации», посвященная 192-й годовщине образования СПбГТИ (ТУ), 2020

В докладе соискатель сообщила о попытке создать базу продукционных правил для экспертной диагностической системы обнаружения и идентификации дефектов трубок из кварцевого стекла.

9. **Харазов В. Г.** Аль Гурайбави А. О. Разработка диагностической нейлоровской экспертной системы Научная конференция «Традиции и инновации», 192-й годовщине образования СПбГТИ (ТУ), СПб, 2020.

В этом докладе соискатель сообщила о попытке построить экспертную диагностическую системы для обнаружения и идентификации дефектов трубок из кварцевого стекла. Из-за узкой направленности системы от нее в дальнейшем решено было отказаться.

10. **Аль-Гурайбави А.О.** Диагностика системы управления формованием кварцевого стекла / А. О. Аль-Гурайбави // Научная конференция «Традиции и инновации», посвященная 191-й годовщине образования СПбГТИ (ТУ), СПб, 2019. С.230

В докладе соискателем рассмотрены основные дефекты кварцевого стекла. Диагностика этих дефектов и их устранение базируется на причинно-следственных взаимосвязях, характерных для технологических процессов их получения.

11. **Харазов В. Г.** Информационная система диагностики нарушений в производстве кварцевого стекла / В.Г. Харазов, А.О. Аль Гурайбави // Международная научная конференция «Математические методы в технике и технологиях»- ММТТ 32, СПб, 2019, т.6, С.61-65.

Дефекты кварцевых изделий, подлежащие контролю с помощью фотоэлектронных оптических устройств: включения, свили, пузыри, мошка и непроплав были рассмотрены соискателем на предмет возможных причин их возникновения.

12. **Al-Ghuraibawi A.O.** Influence of Quartz Glass Tube Manufacturing Process Parameters on Tube Forming / A.O. Al-Ghuraibawi //Science and Technology: XXl Century Advances, Saint-Petersburg State Institute of Technology (Technical University), СПб , 02 марта 2023 г., С.14

Соискателем установлено, что двумя параметрами процесса, которые оказывают наибольшее прямое влияние на формирование труб с кратчайшим временем задержки и самым широким частотным диапазоном, являются давление шпинделя и скорость волочения

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024618180 Российская Федерация. Измерение толщины трубки из кварцевого стекла на основе технического зрения: заявлено № 2024616863 дата поступления 25.03.2024: опубликовано 09.04.2024 / Русинов Л.А., Аль Гурайбави А.О. / Бюл. № 4. – с.: ил.

Соискателем разработано программное обеспечение, реализующее предложенную методику и алгоритм контроля толщины трубок из кварцевого стекла в реальном времени проекционным методом *на языке Python 3.10 с использованием библиотеки алгоритмов OpenCV и scikit-image с погрешностью до 3% и временем измерения до 25-30 мс.*

Апробация работы проведена на научно-практических конференциях:

1 V International Conference on Control in Technical Systems (CTS), Saint Petersburg, Russian Federation, 2023;

2. Science and Technology: XXI Century Advances, Saint Petersburg State Institute of Technology (Technical University), Санкт-Петербург, 2023;

3. Молодежная школа-семинар по проблемам управления в технических системах имени А.А. Вавилова, Россия, Санкт-Петербург, 2023;

4. XIII Научная конференция «Традиции и инновации», посвященная 194–й годовщине СПбГТИ (ТУ), Санкт-Петербург, 2022;

5. XII Научная конференция «Традиции и инновации», посвященная 193-й годовщине СПбГТИ (ТУ), Санкт-Петербург, 2021;

6. XI Научная конференция «Традиции и инновации», посвященная 192-й годовщине СПбГТИ (ТУ), Санкт-Петербург, 2020;

7. Международная научная конференция «Математические методы в технике и технологиях»- ММТТ, Санкт-Петербург, 2019

В диссертации Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

- профессора кафедры автоматизированных и вычислительных систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», д.т.н., профессора **С.Л. Подвального;**

- профессора кафедры систем управления и информационных технологий ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» Пятигорский филиал, д.т.н., профессора **И.М. Першина**;

- заведующего кафедрой «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов» ФГБЩН «СамГТУ», д.т.н., профессора **М.Ю. Лившица**;

- заместителя директора по НИОКР учреждения науки ИКЦ СЭКТ, к.т.н. **В.А.Быченка**;

- ординарного доцента научно-образовательного центра математики университета ИТМО, к.т.н., доцента **Е.В.Милованович**

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, посвященной разработке методики и онлайнового алгоритма измерения основных параметров и обнаружения дефектов трубок из кварцевого стекла. Однако в отзывах был отмечен ряд замечаний:

1. К сожалению, к описанию методики имеются вопросы. На стр.14 автореферата сказано, что погрешность измерения толщины трубки не более 5% достигается при углах падения луча в диапазоне 40-45°. Однако осталось не ясным от какого базиса этот угол измеряется и насколько он сохраняет свое значение в процессе вытяжки трубки? (**д.т.н. С.Л.Подвальный**)
2. В реферате не представлена количественная сравнительная характеристика разработанной системы с промышленными аналогами по быстродействию, точности и устойчивости к внешним воздействиям. (**д.т.н. С.Л.Подвальный**)
3. В автореферате указано, что разработанный алгоритм не позволяет по-отдельности распознавать близко расположенные дефекты, однако никаких количественных оценок этого не приводится (**д.т.н. И.М.Першин**)
4. Ничего не говорится о требованиях к чистоте производственной атмосферы и ее влиянии на результаты работы разработанной системы (**д.т.н. И.М.Першин**)
5. В диссертации не рассмотрены вопросы масштабирования предложенных алгоритмов для промышленных линий с высокой скоростью производства (**д.т.н. М.Ю.Лившиц**)
6. Было бы полезно провести сравнительный анализ с другими современными методами контроля, например, на основе нейронных сетей (**д.т.н. М.Ю.Лившиц**)
7. К недостаткам стоит отнести отсутствие в автореферате диссертации конкретизации задачи контроля: размеры кварцевых трубок, скорость их вытяжки, размеры поверхностных дефектов (**к.т.н. В.А. Быченок**)

8. Отсутствует подробное описание аппаратной части системы: типы камер, характеристики освещения и способы термозащиты оборудования при высоких температурах **(к.т.н. Е.В.Милованович)**

9. Не загрязнений на дана оценка стабильности работы алгоритма при наличии внешних поверхности трубки – пыль, жир, микротрещины **(к.т.н. Е.В.Милованович)**

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы, их работой в ведущих профильных организациях, а также их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика контроля основных параметров и обнаружения дефектов трубок из кварцевого стекла на основе технического зрения, рассчитанная на работу в реальном времени в производственных условиях;

разработан реализующий предложенную методику комплексный алгоритм и соответствующее программное обеспечение, имеющие блочную структуру, с возможностью изменения состава в зависимости от конкретных условий, что позволяет расширить виды выявляемых дефектов;

предложен метод контроля в реальном времени отклонений от круговой формы трубки (овальности, эллипсности), отличающийся использованием перехода от декартовых к полярным координатам;

определены оптимальные параметры установки для измерения толщины стенки трубки в реальном времени в процессе вытягивания, обеспечивающие погрешность не более 5%, а также выявление ее возможной разнотолщинности.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

разработке методики, архитектуры и алгоритмического обеспечения системы контроля основных параметров и диагностики дефектов трубок из кварцевого стекла в процессе их производства в реальном времени.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана методика контроля основных параметров и дефектов трубок из кварцевого стекла, обеспечивающая погрешность измерения толщины стенки трубки не более 5% и контроль дефектов трубки с доверительной вероятностью не менее 95%;

разработан и внедрен алгоритм и программное обеспечение для контроля основных параметров и дефектов трубки в реальном времени (в

частности, для типового размера изображения 640x480 пикселей время определения толщины стенки трубки составило 25-30мс, анализ геометрии и дефектов поперечного сечения – 125мс, обнаружение поверхностных дефектов – 25-30мс, т.е. общее время работы составляет 175-185мс).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ применялось проверенное, калиброванное и аттестованное оборудование с использованием современных методик исследования, проведенные экспериментальные исследования выполнены в достаточном количестве;

теория построена на современных исследованиях в области контроля и диагностики состояния технологических процессов и согласуется с опубликованными научными работами по теме диссертации;

идея базируется на анализе и обобщении передового опыта в области контроля параметров и дефектов на объектах сложной (не плоской) формы;

использованы результаты отечественного и зарубежного опыта применения алгоритмов технического зрения, проведено сопоставление авторских результатов с результатами, полученными другими исследователями по рассматриваемой тематике;

установлена качественная и количественная сопоставимость авторских результатов с результатами, представленными в научных рецензируемых источниках по теме диссертации;

использованы современные методики сбора исходной информации и методы обработки результатов полученных измерений в контексте решаемых задач диссертационного исследования.

Личный вклад соискателя состоит в: формулировке задач исследования, анализе отечественной и зарубежной литературы по процессам производства кварцевых трубок с целью выявления типовых дефектов и причин их возникновения, в создании алгоритмов и программного обеспечения для обнаружения и идентификации этих дефектов в режиме реального времени, а также в разработке методики дистанционного измерения основных параметров трубок непосредственно в процессе их вытягивания, в проведении испытаний для проверки полученных результатов и подготовке публикаций.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискатель **Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим** ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и обосновала положения диссертационной работы.

На заседании 17.07.2025 диссертационный совет принял решение присудить **Аль-Гурайбави Азхар Овайд Кадим** ученую степень кандидата технических наук за решение научно-практической задачи по разработке метода контроля основных параметров и дефектов трубок из кварцевого стекла в реальном времени, что вносит значительный вклад в обеспечение высокого качества продукции.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет, 1 – не участвовал в голосовании.

Председатель диссертационного совета — Назарычев Александр Николаевич

Ученый секретарь диссертационного совета — Устинов Денис Анатольевич

17.07.2025 г.