

$$H_{\max}(n) = -0,0021n^3 + 0,0332n^2 - 0,2346n + 1,1043$$

Полученные результаты позволят в дальнейшем провести многофакторный анализ с целью получения целевых функций для выбора параметров электромагнита.

Литература:

- 1 Кудрявцев, Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем: научное издание - М.: ДМК Пресс, 2004. - 317 с.
- 2 Советов Б.Я., Яковлев. Моделирование систем. – Москва: Высшая школа, 2001. - 343 с.
- 3 Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах / Под общ. ред. Д.Г. Красковского. - М.: КомпьютерПресс, 2002. - 224 с.: ил. (С. 7).
- 4 Андреева Е. Г., Шамец С. П. Расчет стационарных магнитных полей и характеристик электротехнических устройств с помощью программного пакета ANSYS. Учеб. Пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ, 1992. - 92с.
- 5 Справочная система ANSYS 6.1, ANSYSInc., 2002
- 6 Николаев Ю.А., Жаутиков Б.А., Айкеева А.А., Таранов А.В. Имитационное моделирование динамических процессов при движении скипов шахтных и карьерных пневмоподъемных установок. // Труды международной научной конференции «Наука и образование - ведущий фактор стратегии "Казахстан-2030». – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2006. - С. 311-314.
- 7 Айкеева А.А. Имитационное моделирование динамики уплотняющих устройств в шахтных пневмоподъемных установках. // Materiałyivmiędzynarodowej naukow i-praktycznej konferencji «strategicznepytaniaświatowej nauki – 2008». -Przemśl: Wydawca NaukaIstudia, 2008. - Т.9. – С. 30-34.
- 8 Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров: Справ, пособие. - М.: Машиностроение-1, 2004. - 512 с.
- 9 Наседкин А.В. Конечно-элементное моделирование на основе ANSYS. Программы решения статических задач сопротивления материалов с вариантами индивидуальных заданий. // Ростов -на -Дону: УПЛ РГУ, 1998. 44 с.: ил.

ПРОМЫШЛЕННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Сазанова Ю.Ю.*, директор Департамента инвестиционных технологий,
руководитель проектов,

*ООО «НПО Санкт-Петербургская электротехническая компания»
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация;

Айкеева А.А., к.т.н., доцент**; Кубаева У.С., ст. преподаватель**;

**Карагандинский государственный университет академика им. академика Е.А.Букетова
г. Караганда, Республика Казахстан

Разрабатываемая система будет интересна для внедрения на предприятиях АрселорМитал, Казахмыс, Балхашцветмет и ряде других металлургических предприятий СНГ. Система также представляет интерес для горнодобывающей промышленности ввиду схожих требований к эксплуатации промышленного оборудования.

Ключевые слова: система технического зрения, профиль металлопроката, высокотемпературные измерения, промышленные системы.

В металлургии и горнодобывающей отрасли множество процессов происходят при высокой температуре. Для получения высококачественной продукции с заданными характеристиками (металлический прокат, производства металлических изделий, обогащение руды и т.д.) необходим точный и своевременный контроль за всеми процессами обработки сырья. Недостаточный или несвоевременный контроль приводит к увеличенному количеству брака, понижению конкурентоспособности продукции, недостаточной надежности производимого продукта (например, контроль на наличие внутренних полостей в металлической трубе производится уже после изготовления трубы) или необходимости сложного и дорогостоящего выходного контроля для отбраковки продукта, обладающего недостаточным качеством [1].

Всё это приводит к увеличению стоимости и длительности производства продукции и к увеличению количества выявляемого брака в процессе выходного контроля. На производство отбракованной продукции тратится тот же объём сырья и производственных ресурсов, что и на годную продукцию, но при этом её невозможно реализовать по стоимости годной продукции, а в ряде случаев такая продукция требует утилизации или переработки, что требует дополнительных затрат.

В текущее время возможности контроля за горячими (температура от 600 до 1200°C) объектами сильно уступают таковым для более холодных объектов. Это, прежде всего, вызвано тем, что системы контроля в большинстве случаев требуют наличия сложной электронной разработки в непосредственной близости к датчику или внутри самого датчика, например, в системах контроля на базе оптических систем технического зрения.

Существующие системы технического зрения не способны работать в условиях высоких температур и при больших температурных перепадах. Для их работы требуются громоздкие системы охлаждения или защиты от действия высоких температур на систему технического зрения. При их использовании верхнюю планку температурного диапазона работы таких систем возможно поднять до температур порядка 700-900°C. При этом значительно сокращается срок службы и качество получаемых результатов от таких систем из-за сложных температурных условий – происходит быстрое разрушение электронных и электронно-оптических компонентов, а также значительно ухудшается качество получаемых данных из-за мощного теплого излучения, исходящего от объекта. Поэтому сегодня чаще всего контроль производится позже, уже после завершения процесса, в более гуманных для системы технического зрения условиях. В этом случае есть возможность только обнаружить наличия отклонений в продукции или установить факт брака, и отсутствует возможность внесения изменения в процесс, так как процесс уже завершен и объект охлажден [2].

Основными производителями промышленных систем технического зрения являются компании: Kreon Technologies, **Ophir**, Zetec, ShapeGrabber, Suzhou Easson, Рифтек, Витек. Мировые производители промышленных систем технического зрения не имеют в своем арсенале продуктов, созданных специально для условий с высокими температурами эксплуатации. Модели, предназначенные для работы в условиях высоких температур, представляют собой модели для обычных условий эксплуатации в термозащитном корпусе-кожухе и в некоторых случаях – с жидкостными системами охлаждения. Как показывает практика использования таких сканеров на металлургических заводах, они не способны длительное время работать при повышенных температурах (более 900-1200°C).

В большинстве случаев причины выхода из строя оптических систем технического зрения при работе в условиях высоких температур следующие:

- разрушение электронных и электронно-оптических компонентов,
- разрушение соединений между электронными компонентами,
- разрушение монтажных плат,
- появление больших токов утечки и, как следствие, выход из строя электронных и электронно-оптических компонент [3].

Если в обычных условиях температурные коэффициенты расширения для каждого электронного компонента примерно одинаковы, то при высоких температурах их изменение для каждого компонента различно. При высоких температурах в местах контакта различных материалов увеличивается сопротивление, появляются пустоты, что приводит к ухудшению контакта между электронным компонентом и дорожкой на плате. При более высокой температуре из-за разных температурных коэффициентов корпуса и выводов электронных компонентов может произойти разгерметизация и разрушение электронного компонента.

Многokратный нагрев и охлаждение монтажных плат приводит к появлению дефектов в текстолите, что приводит к появлению трещин в соединительных дорожках и в дальнейшем к их разрушению, что сначала приводит к появлению внутренних ошибок в электронной части системы технического зрения, появлению некорректных результатов и нестабильной работы системы, в дальнейшем – к частичному или полному выходу системы из строя.

Кроме внезапных полных или частичных отказов при высоких температурах зачастую происходит уход параметров электронных и электронно-оптических компонентов за допустимые пределы. К таким параметрам относятся токи смещения, напряжение смещения нуля, температурные коэффициенты, рассеиваемая мощность, токи утечки пассивных компонент по поверхности печатной платы и другие. Электронные компоненты могут перейти в режим насыщения из-за недопустимого увеличения токов утечки и напряжения смещения нуля. Кроме того, высокая температура может вызвать увеличение токов утечки по поверхности печатной платы, особенно, если на ней сохранились остатки флюса и загрязнений, что может привести к короткому замыканию между выводами одного или нескольких электронных компонентов.

Кроме этого, испытания изделий для проверки их устойчивости к воздействию высоких температур являются достаточно сложными задачами и стандартные методы ускоренных испытаний не гарантируют корректность работы системы в реальных условиях. Также во многих случаях при

понижении температуры работоспособность системы технического зрения восстанавливается, что приводит к ошибочным выводам, что с системой технического зрения всё в порядке [4].

В отличие от существующих сегодня систем технического зрения предлагаемая к созданию система позволит получать реальное размерное изображение горячих объектов, а не его тепловое изображение или изображение его дефектов или структуры. Для этого необходимо провести исследования спектральной области локации профиля горячего металлического объекта, влияния высоких температур, резких перепадов температур и больших температурных градиентов на эксплуатационные характеристики электронных и электронно-оптических компонентов промышленной оптической системы технического зрения.

Разработка системы технического зрения для контроля профиля металлических элементов, находящихся при высоких температурах (600 – 1200°C) с широким диапазоном рабочих температур системы (0 – 1200°C). позволит решить следующие задачи, возникающие на производстве:

- 1) Качественный контроль профиля металлических объектов, находящихся под воздействием высокой температуры, контроль их геометрических характеристик;
- 2) Повышение качества продукции за счет раннего обнаружения недопустимых изменений в контролируемых объектах и их своевременного исправления;
- 3) Уменьшения процента брака в выпускаемой продукции за счет раннего обнаружения недопустимых изменений в контролируемых объектах и возможности их своевременного исправления.

Для решения поставленных задач необходимо выполнить следующие работы:

- 1) Подбор электронных и электронно-оптических компонентов для оптической системы технического зрения с расширенным температурным диапазоном работы и допускающих длительную стабильную работу при высоких температурах.
- 2) Исследование влияния высоких температур, резких перепадов температур и больших температурных градиентов на эксплуатационные характеристики и срок эксплуатации электронных и электронно-оптических компонентов разрабатываемой оптической системы технического зрения.
- 3) Выработка требований к допустимым температурным условиям электронных и электронно-оптических компонент системы (диапазон температур, допустимый градиент перепада, максимально допустимая для работы температура для основных электронно-оптических компонент (светочувствительная матрица, микроконтроллер, сигнальный процессор).
- 4) Разработка компактной системы технического зрения с использованием ранее рассмотренных компонентов и с учетом опыта разработки промышленных систем технического зрения.
- 5) Разработка системы термостабилизации системы технического зрения.
- 6) Тестирование и доработка экспериментального прототипа системы технического зрения.
- 7) Создание промышленного прототипа системы технического зрения.
- 8) Тестирование промышленного прототипа системы технического зрения в условиях металлургического производства.
- 9) Создание устройств контроля геометрических характеристик бесшовных труб в процессе их изготовления для использования на участке по производству муфтовых заготовок.
- 10) Тестирование устройств контроля геометрических характеристик бесшовных труб в процессе их изготовления для использования на участке по производству муфтовых заготовок.

Принципиальное отличие разрабатываемой системы технического зрения, от существующих заключается в том, что она предназначена для контроля горячего металлопроката (600-1200°C) и для работы в условиях с большими температурными перепадами (до 50°C/сек.). В то время как аналоги сделаны на базе систем для обычных промышленных условий эксплуатации (максимально допустимая температура – 100°C, перепад – не более 10°C/сек.). Система способна стабильно бесконтактно регистрировать размерный профиль раскаленного металлического объекта и давать, в качестве одного из вариантов применения, коррекцию на прокатный стан. Электронные и электронно-оптические компоненты разрабатываемой системы технического зрения не только предназначены для эксплуатации при сложных температурных условиях, но также имеют комплексную систему охлаждения и температурной стабилизации, не допускающей образования температур выше допустимых внутри системы и недопустимых перепадов температур на внутренних электронных и электронно-оптических элементах системы [5].

Существующие оптические системы технического зрения не могут позволить себе находиться длительное время под воздействием высоких температур – температуры порядка 1000-1200 градусов Цельсия, приводят к выходу из строя или к значительному сокращению срока службы таких систем.

Коллектив ООО «НПО Санкт-Петербургская электротехническая компания» и научно-производственного предприятия ООО «НПП «Когерент». (Санкт-Петербург, Россия) занимается системами автоматизации и устройствами технического зрения более 8 лет, за это время было разработано и поставлено более двух десятков систем технического зрения для задач контроля и управления технологическими процессами на металлургических заводах на территории СНГ. Разработанные коллективом ООО «НПО СПб ЭК», системы технического зрения работают на ведущих металлургических предприятиях СНГ и защищены 11 патентами на устройства и способы технического зрения. ООО «НПО «СПб ЭК» является одним из ведущих инжиниринговых предприятий России, специализирующихся на разработке, внедрении и сервисном обслуживании инновационных решений в области промышленной автоматизации, энергосберегающих технологий и теплотехники. Основная область деятельности компании – металлургия и горнорудная промышленность. За 18 лет работы компания успешно выполнила уникальные проекты для ведущих металлургических и горнорудных предприятий на территории всей Евразии, что позволило накопить уникальный опыт. Компания имеет свои научно-исследовательские и производственные подразделения.

ООО «НПП «Когерент» специализируется на разработке и изготовлении бесконтактных лазерных измерителей геометрических параметров, видеокамер технического зрения, а также оборудования на их основе. Компания имеет более чем десятилетний опыт в разработке, внедрении и обслуживании промышленных систем технического зрения, контроля и управления промышленными процессами. В компании создано несколько инновационных систем технического зрения, не имеющих аналогов в мире и успешно конкурирующих с лучшими мировыми системами технического зрения.

Оптические системы технического зрения – это наиболее удобный способ неразрушающего контроля, такие системы являются наиболее близким аналогом человеческого зрения. Они наиболее простым и естественным для человека образом позволяют организовать контроль за объектами производства. Ультразвуковой и рентгеновский контроль позволяет эффективно исследовать дефекты в металлах и хорошо подходят для контроля внутреннего объёма материала, но при этом не дают явным образом характеристик профиля объекта. Другие неоптические способы дефектоскопии, позволяющие эффективно выявлять поверхностные дефекты, также не работают при высоких температурах или дают некорректные результаты из-за наличия мощного теплового фона.

В качестве наиболее близких аналогов разрабатываемой системы технического зрения можно рассматривать 2D лазерные сканеры компании Рифтек и лазерные сканеры компании Kreon: Aquilon и Zephyr. Для их эксплуатации при высоких температурах необходимо использование термозащитных кожухов. Как показывает практика их использования на металлургических заводах России, дополнительная термозащита не дает полной защиты считывателя от воздействия высоких температур, что приводит к сокращению срока службы таких сканеров в несколько раз. В настоящее время процессы в сложных температурных условиях и контроль за горячими металлическими объектами (например, производство бесшовной трубы) контролируются после завершения процесса, что не позволяет своевременно обнаружить возможность получения брака и сразу же скорректировать производственный процесс и тем самым не допустить брак. Существующие системы технического зрения, позволяющие эксплуатировать себя в сложных температурных условиях (большие перепады температур, высокие постоянные значения температур) не позволяют контролировать непосредственно профиль металлического объекта, т.к. позволяют его измерять лишь косвенно.

Таким образом, внедрение в металлургическое производство предлагаемых систем технического зрения позволит увеличить степень, качество и скорость контроля за объектами производства. Это в свою очередь позволит увеличить качество выпускаемой продукции, обеспечить безопасность производства на территории Казахстана, увеличить конкурентноспособность продукции на мировом рынке. Система исключает необходимость присутствия человека в сложных условиях и опасных зонах.

Необходимость в подобных системах технического зрения существует во всех промышленных областях, где необходимо производить контроль процессов, протекающих при высоких температурах – горной, горнорудной, газо-, нефтеперерабатывающих и других отраслях промышленности. В этих отраслях разрабатываемая система технического зрения способна эффективно заменить существующие системы технического зрения, основанные на других принципах работы (например, ультразвуковые), и значительно расширить объём задач, решаемых такого рода системами, за счет непосредственного контроля над характеристиками поверхности объекта.

Литература:

1. В.Н.Демкин, Д.С.Доков, В.Е.Привалов. Особенности применения лазерных диодов в линейных измерениях. // ПЖТФ, 2004, том 30, выпуск 13, с. 40-44
2. Венедиктов А. З., Демкин В. Н., Доков Д. С. Лазерные методы и средства контроля геометрии деталей. // В мире неразрушающего контроля, №1(23) март 2004, с. 67-68.
3. "Информация и Космос" (2008, №3) ВН Дёмкин, ДС Доков, ВЕ Привалов "Влияние параметров лазерного излучения на точность измерений в триангуляционном измерителе геометрических размеров"
4. Д. С. Доков Цифровая обработка сигнала в лазерном триангуляционном измерителе // Лазеры для медицины, биологии и экологии. Тезисы докладов конференции. 18-19 января 2006 г. Санкт-Петербург, 2006 – С. 44-45.
5. Патент RU 2430849 С2 10.10.2011 Способ контроля колеса колесной пары локомотива в движении Ерилин Евгений Сергеевич (RU), Рахманов Лев Алексеевич (RU), Сорокин Сергей Вениаминович (RU), Доков Дмитрий Сергеевич (RU), Открытое акционерное общество "Российские железные дороги" (RU)

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ПРОТОНИРОВАНИЯ И КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ 2-АМИНО-4-ОКСИТИАЗОЛА

Салькеева Л.К., д.х.н., профессор**; Жортарова А.А., магистр**;

Войтчек П., профессор*;

Тайшибекова Е.К., докторант; Хасенова Г.Т., магистрант;

Паньшина С.Ю., магистрант; Горбач Д.Ю., магистрант

*Карлов университет

г. Прага, Чешская Республика;

**Карагандинский государственный университет им. академика Е.А.Букетова

г. Караганда, Республика Казахстан

Тиазольный цикл входит в состав витамина В₁, пенициллина, фермента карбоксилазы и других природных соединений. Аминотиазолы могут существовать в двух таутомерных модификациях, но с явным преобладанием аминотиазола, что создает благоприятные условия для их экспериментального исследования. Химическая модификация, синтезированного 2-амино-4-фенил-тиазола может быть также осуществлена с участием свободной амино-группы, которая обладает достаточно высокой нуклеофильностью. С целью детального изучения реакционной способности 2-амино-4-фенилтиазола нами были проведены реакции протонирования минеральными кислотами.

Ключевые слова: 2- аминотиазол, комплексобразование, аминогруппа, протонирование, нуклеофильность, 2-амино-4-окситиазол.

Производные 2- аминотиазола которые, как известно, имеют огромное значение для фармацевтического производства, биохимии, техники, клинической и экспериментальной медицины. В числе практически значимых производных тиазола в промышленных масштабах получают меркаптотиазолы, используемые в качестве ускорителей вулканизации в резинотехнической промышленности, для синтеза различных сульфаниламидных и противотуберкулезных препаратов. Тиазольный фрагмент является структурным фрагментом некоторых природных биологически-активных соединений, например, антибиотиков группы пенициллина и тиамина. Некоторые соединения ряда тиазола заняли важное место в качестве промежуточных продуктов для синтеза аминокислот, пептидов и пуринов. Нельзя не отметить использование производных тиазола в многотоннажном производстве различного рода красителей, лаков, пигментов[1].

Несмотря на столь высокую практическую значимость тиазолов, проблема селективного синтеза не достаточно разработана. Существует большое количество методов, но ни один из них не позволяет получить продукты с достаточными выходами и без существенных временных затрат. Разработка методов селективного получения тиазолов является несомненно актуальной задачей в данное время, что определяется нарастанием интереса к данной группе соединений исходя из широкого спектра их активности как в области фармакологии, так и в других областях[2].

В настоящее время большое внимание уделяется комплексам, в состав которых входят два различных лиганда. Особый интерес представляют смешанные комплексы фосфорорганических элементов с комплексонами. Соединения такого рода являются более прочными по сравнению с комплексами с одним или двумя однородными лигандами. Это открывает широкие возможности