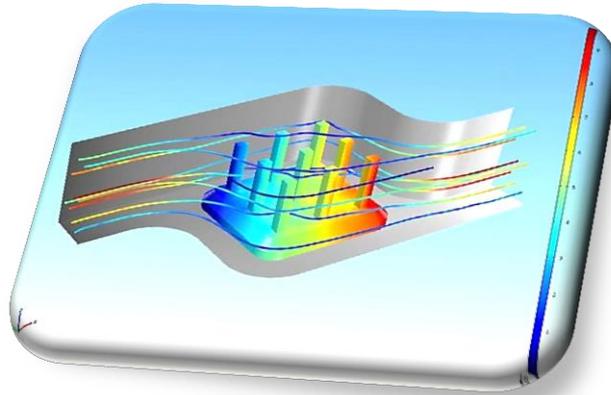


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ

**Сборник трудов
VI Всероссийской научно-практической конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых
«Неразрушающий контроль: электронное приборостроение,
технологии, безопасность»**

23– 27 мая 2016 г.

**В трех томах
Том 1**

Томск-2016

УДК 620.1
ББК 30.3
Н54

Н54 **Неразрушающий контроль:** сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции «Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность». В 3 т. Т. 1 / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 471 с.

В сборнике представлен широкий круг исследований аспирантов, студентов и молодых учёных Томска и других городов России. Сборник посвящён теоретическим и практическим аспектам неразрушающего контроля.

УДК 620.1
ББК 30.3

Материалы предоставлены в авторской редакции

© ФГАОУ ВПО НИ ТПУ, 2016
© Обложка. Издательство Томского
политехнического университета, 2016

**Секция 1: Современные системы и технологии
в неразрушающем контроле**

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ДУАЛЬНЫХ ЭНЕРГИЙ

Абашкин А.Д., Осипов С.П., Осипов О.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., ведущий научный
сотрудник Российско-китайской научной лаборатории радиационного
контроля и досмотра*

1 Введение

Задача определения плотности различных материалов характерна для многих отраслей науки, промышленности, строительной индустрии, таможенного контроля. Для оценки плотности широко используются радиационные методы, основанные на измерении ослабления или рассеяния гамма - или рентгеновского излучения [1–3]. Применение источников гамма-излучения ограничивается малой удельной активностью, диапазоном энергий излучения, значительным размером излучателя. Источники рентгеновского излучения свободны от этих недостатков. В настоящее время является актуальной проблема, связанная с разработкой высокоточных измерителей плотности крупногабаритных объектов контроля (ОК) с переменной толщиной. Дополнительно от измерителей плотности требуют универсальности, заключающейся в независимости качества измерений от эффективного атомного номера материала ОК. В работе [4] приведена математическая модель многоканального высокоэнергетического абсорбционного рентгеновского измерителя плотности однородных объектов с переменной толщиной. Модель учитывает особенности взаимодействия высокоэнергетического излучения с веществом, преобразования аналоговых сигналов в цифровые сигналы, и включает в себя уравнение плотномера и необходимые ограничения и рекомендации. Сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований на комплексе высокоэнергетической цифровой радиографии НИ ТПУ с источником излучения бетатроном МИБ-4,5/9 показало значимое смещение оценок плотности [4], обусловленное излучением, рассеянным в ОК. Изменение химического состава материала ОК приводит к смещению оценки плотности [5]. Указанное смещение вызывается ужесточением пучка рентгеновского излучения за ОК, причем это ужесточение тем значительнее, чем больше толщина ОК и чем больше плотность и эффективный атомный номер материала ОК.

Для компенсации этого эффекта в рентгеновской вычислительной томографии используется метод дуальный энергий (МДЭ) [6]. В последнее время МДЭ нашел применение в таможенном контроле, этот метод позволяет идентифицировать материалы ОК. Высокоэнергетическая реализация способа идентификации материалов посредством МДЭ подробно изложена в работе [7]. В МДЭ в результате обработки сигналов, полученных для двух, специальным образом выбранных, максимальных энергий рентгеновского излучения оценивается распределение двух параметров, один зависит от массовой толщины, а второй еще и от эффективного атомного номера ОК. На этом и основана возможность измерения плотности с минимальным влиянием эффективного атомного номера материала ОК. В литературе недостаточно обсуждены вопросы измерения плотности материалов на основе высокоэнергетического МДЭ.

2 Основы теории

Зависимость линейного коэффициента ослабления μ от энергии E материалом объекта контроля плотностью ρ , эффективным атомным номером Z и толщиной H в области энергий рентгеновского излучения, превышающих 1,022 МэВ, определяется эффектом Комптона и эффектом рождения пар и описывается выражением [6, 7]

$$\mu(E) = A(\rho H, Z)g_1(E) + B(\rho H, Z)g_2(E), \quad (1)$$

здесь $g_1(E)$, $g_2(E)$ – энергетические зависимости сечений эффекта Комптона и эффекта рождения пар. Формулы связи параметров МДЭ A и B с параметрами объекта контроля имеют вид

$$A(\rho H, Z) = \rho H, \quad B(\rho H, Z) = \rho H Z = A(\rho H, Z)Z. \quad (2)$$

Из анализа (2) следует, что для рассматриваемой задачи информативным является параметр A . При известном значении толщины ОК первое уравнение из (2) является уравнением измерителя плотности.

Пусть ОК облучается двумя пучками рентгеновского излучения с максимальными энергиями E_1 и E_2 с энергетическими спектрами $f(E, E_1)$ и $f(E, E_2)$. Параметры МДЭ A и B находятся из значений экспериментальных сигналов y_1 и y_2 – радиационных толщин объекта для максимальных энергий рентгеновского излучения E_1 и E_2 . Соответствующая система выглядит следующим образом [7, 8]

$$\begin{aligned}
& - \ln \frac{\int_0^{E_1} E_{ab}(E) f(E, E_1) e^{-Ag_1(E) - Bg_2(E)} \varepsilon(E, h) dE}{\int_0^{E_1} E_{ab}(E) f(E, E_1) \varepsilon(E, h) dE} = y_1 \\
& - \ln \frac{\int_0^{E_2} E_{ab}(E) f(E, E_2) e^{-Ag_1(E) - Bg_2(E)} \varepsilon(E, h) dE}{\int_0^{E_2} E_{ab}(E) f(E, E_2) \varepsilon(E, h) dE} = y_2,
\end{aligned} \tag{3}$$

здесь $E_{ab}(E)$ – среднее значение поглощенной энергии зарегистрированного фотона [9]; $\varepsilon(E, h)$ – эффективность регистрации фотонов с энергией E сцинтилляционным детектором толщиной h .

Существует несколько подходов к решению системы (3) [7, 8, 10]. Первый подход основан на полной информации всех энергетических зависимостей системе (3). Во втором подходе строится регрессионная зависимость параметров A и B от сигналов y_1 и y_2 . Используется полиномиальная зависимость второго порядка. По калибровочным данным определяются 6 параметров полинома. В работе [10] предлагается несколько модификаций физически обоснованного экспресс-метода измерения параметров метода дуальных энергий. Метод отличается высокой точностью и предназначен для использования в системах двухэнергетической цифровой радиографии и двухэнергетической рентгеновской вычислительной томографии. Упомянутый метод может быть использован и в трансмиссионных рентгеновских измерителях плотности. В этом случае предназначением метода является устранение влияния химического состава материала объекта на точность оценки плотности.

3 Экспериментальные исследования

На комплексе высокоэнергетической цифровой радиографии Томского политехнического университета была проведена серия экспериментов по оценке метрологических характеристик применительно к измерителю плотности материалов объектов контроля от 20 до 120 г/см³. Источник рентгеновского излучения – бетатрон МИБ-9 с возможностью формирования импульсов рентгеновского излучения различной максимальной энергии. Исходные сигналы формировали для двух пар максимальных энергий излучения: 4 МэВ – 7,5 МэВ; 4,5 МэВ – 9 МэВ. В качестве калибровочных объектов

просвечивали бутылки с водой, изделия из плексигласа, полиамида, дерева, алюминия, стали и свинца.

Результаты экспериментов обрабатывали по методу из работы [10]. Погрешность оценки плотности для изделий из органических материалов составила около $0,005 \text{ г/см}^3$, из алюминиевых сплавов – $0,05 \text{ г/см}^3$, из стальных сплавов – $0,08 \text{ г/см}^3$, из сплавов свинца – $0,15 \text{ г/см}^3$. Для неоднородных по структуре материалов – муки, поваренной соли, древесины, цемента погрешность оценки оказалась выше.

4 Заключение

В результате анализа проведенных исследований можно считать доказанной принципиальную возможность измерения плотности различных материалов высокоэнергетическим методом дуальных энергий в диапазоне массовых толщин объектов контроля от 20 г/см^3 до 120 г/см^3 с абсолютной погрешностью от $0,005 \text{ г/см}^3$ для органических материалов и до $0,15 \text{ г/см}^3$ для свинцовых сплавов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

Список информационных источников

1. Воробьев, В.А., Горшков, В.А., Шеломанов, А.Е. Гамма-плотнометрия. – М.: Энергоатомиздат. – 1989. – 144 с.
2. Козак, Т.Н. Радиационные плотнометры, регистрирующие обратно рассеянное гамма-излучение // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2011. – Випуск 5. – С. 11–15.
3. Недавний, О.И., Недавний, И.О., Осипов, С.П. Выбор расстояния от источника излучения до объекта контроля для гамма-абсорбционного плотнометра в геометрии расходящегося пучка // Дефектоскопия. – 2000. – № 7. – С. 76–81.
4. Горшков, В.А. Особенности рентгеновской плотнометрии в условиях вариации химического состава объекта // Контроль. Диагностика. – 2014. – № 10. – С. 25–30.
5. Osipov, S., Chakhlov, S., Osipov, O., Badin, S., Abashkin, A. Features of X-ray absorption densitometry of large-size objects with variable thickness // Journal of Physics: Conference Series. – 2016. – Vol. 671. – No. paper 012043. – 6 p.
6. Завьялкин, Ф.М., Осипов, С.П. Выбор размеров сцинтилляционных детекторов и энергии коррекции при использовании

метода дуальной энергии в вычислительной томографии // Дефектоскопия. – 1985. – № 9. – С. 71–76.

7. Чахлов, С.В., Осипов, С.П. Высокоэнергетический метод дуальных энергий для идентификации веществ объектов контроля // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 9. – С. 9–17.

8. Osipov, S.P., Chakhlov, S.V., Osipov, O.S., Shtein, A.M., Strugovtsev, D.V. About accuracy of the discrimination parameter estimation for the dual high-energy method // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering / RTER2014. Tomsk –2015. – Vol. 81. – No. paper 012082. – 13 p.

9. Завьялкин, Ф.М., Осипов, С.П. Зависимость среднего значения и флуктуаций поглощенной энергии от размеров сцинтиллятора // Атомная энергия. – 1985. – Т. 59. – вып. 4 – С. 281–283.

10. Osipov, S.P., Libin, E.E., Chakhlov, S.V., Osipov, O.S., Shtein, A.M. Parameter identification method for dual-energy X-ray imaging // NDT & E International. – 2015. – Vol. 76. – P. 38–42.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ЦИФРОВОЙ РАДИОГРАФИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ТИПА УУКМ

Абрамов М.С.

Томский политехнический университет, г. Томск.

*Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., ведущий эксперт
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В промышленности широкое распространение получили методы контроля качества материалов и изделий без их разрушения, которые обеспечивают выявление скрытых дефектов, во многих случаях поддаются автоматизации и позволяют существенно повысить качество готовой продукции и увеличить производительность контрольных операций. Эти методы обладают высокой чувствительностью, обеспечивают безопасность и безаварийность работы агрегатов и конструкций. Применение методов НК способствуют повышению надежности и долговечности изделий.

Цифровая радиография – совокупность методов неразрушающего контроля, при которых изображение, получаемое с помощью ионизирующего излучения, преобразовывается в цифровой сигнал. Этот сигнал сохраняется в памяти компьютера и обрабатывается. Полученное изображение воспроизводится на экран монитора и

непосредственно обрабатывается оператором (масштабирование, контраст и т.д.)

Радиографические методы радиационного контроля основаны на преобразовании радиационного изображения контролируемого объекта в радиографический снимок или запись этого изображения на запоминающем устройстве.

Радиографический контроль применяют для выявления в сварных соединениях трещин, непроваров, пор, шлаковых, вольфрамовых, окисных, и других включений, также для выявления прожогов, подрезов, оценки величины выпуклости и вогнутости корня шва.

Принцип действия цифровой радиографии

1. Кассета с запоминающей пластиной экспонируется аналогично пленке, т.е. располагается за объектом. Пластина гибкая и может экспонироваться и без кассеты, если в этом есть необходимость. Загрузка и выгрузка пластины из кассеты (при использовании ручной загрузки) производится на свету, т. е. специальной темной комнаты не требуется. Поскольку чувствительность пластины существенно выше, чем у пленки, время экспозиции пластины в 5 - 10 раз меньше, что существенно уменьшает дозовую нагрузку на персонал.

2. После экспонирования пластина загружается в сканер. При использовании сканеров с ручной загрузкой пластина вынимается из кассеты (если она экспонировалась в кассете) и помещается в сканер. В случае использования сканера с автоматической загрузкой пластина загружается в сканер только в кассете.

3. Производится считывание изображения (время считывания, несколько десятков секунд, зависит от установленного пространственного разрешения).

4. Считанное сканером изображение архивируется, обрабатывается, в том числе с использованием программ поиска дефектов, делается заключение и производится распечатка протокола контроля.

5. После считывания информация стирается с пластины, и пластина вновь готова к работе.

Композиционный материал – неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых можно выделить армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала.

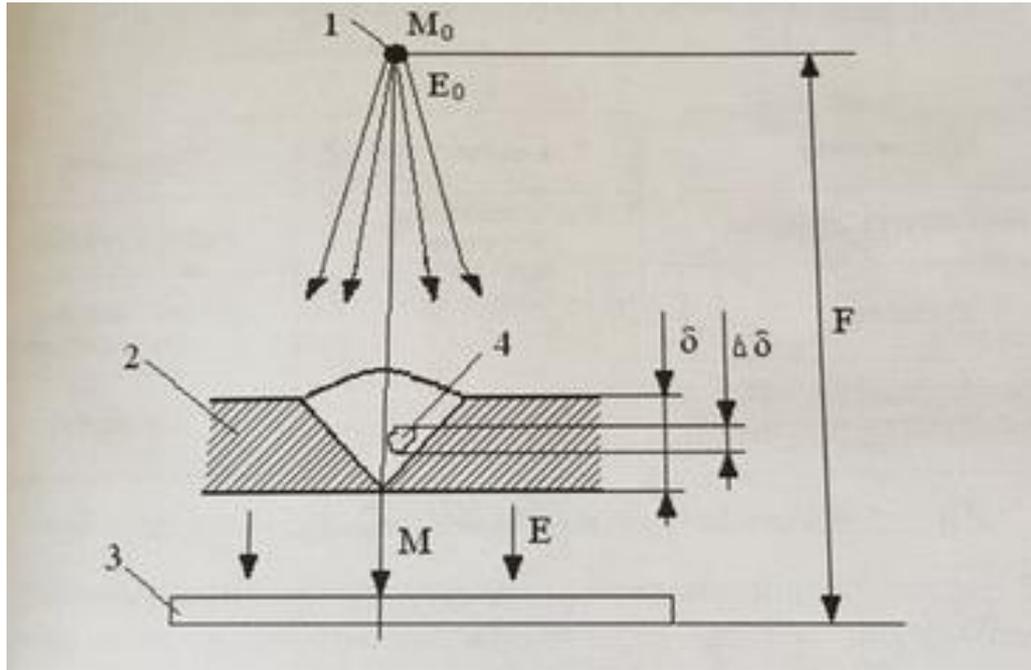


Рис.1 Схема проведения радиационного контроля

При прохождении через изделие ионизирующее излучение ослабляется - поглощается и рассеивается. Степень ослабления зависит от толщины и плотности контролируемого объекта, а также от интенсивности и энергии излучения. При наличии в веществе внутренних дефектов, изменяется интенсивность и энергия пучка излучения.

Изделия, на которых был проведен контроль и выявлены след дефекты.

Поэтому для одних и тех же методов НК чувствительность и разрешающая способность применительно к композитам соответственно ниже, чем для металлов.

Вывод: В данной работе были изучены методы проведения цифрового неразрушающего контроля, были произведены снимки некоторых изделий из композиционных материалов. Закреплены теоретические знания цифровой радиографии, являющиеся наиболее важным для неразрушающего контроля качества композиционных материалов.

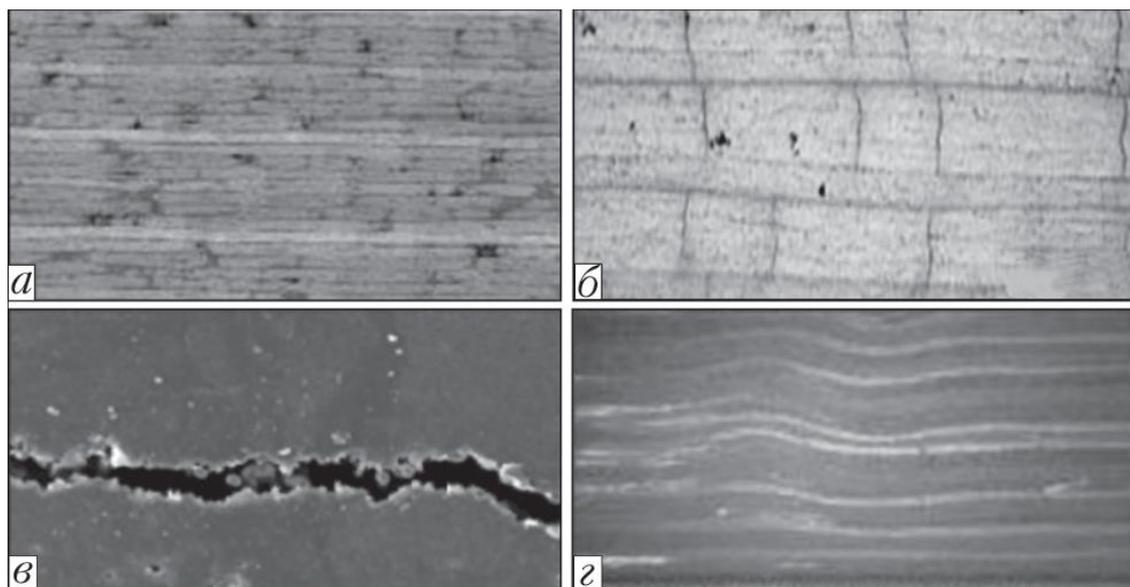


Рис. 2. Дефекты КМ: *а* – поры (темные); *б* – трещины; *в* – расслоение; *г* – волнистость

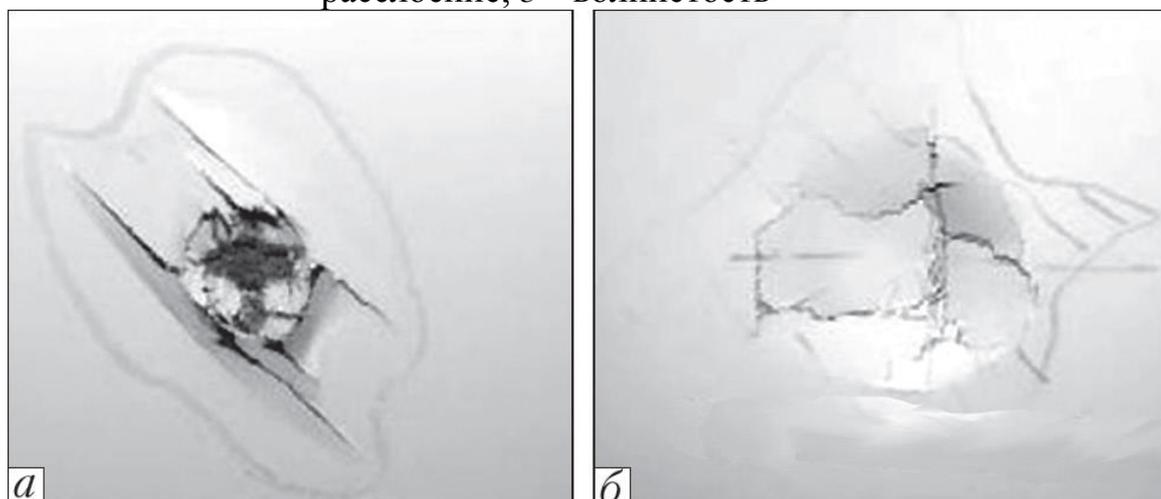


Рис. 3. Примеры внешних повреждений КМ

Список информационных источников

1. Клюев В.В., Соснин Ф.Р. Теория и практика радиационного контроля: учебное пособие для студентов вузов – М.: Машиностроение, 1998.
2. Алхимов Ю.В., Ефимов П.В. Цифровые радиационные системы неразрушающего контроля; Томский политехнический университет 2012.- 151 с.
3. В.А. Троицкий, М.Н. Карманов, Н.В. Троицкая, Неразрушающий контроль качества композиционных материалов, Техническая диагностика и неразрушающий контроль, №3, 2014, стр. 29-33

НАУЧНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ КАЧЕСТВА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА

Аймагамбетова Р.Ж.^{1, 2}

¹*Томский политехнический университет, г. Томск*

²*Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда*

*Научный руководитель: Стукач О.В.¹, д.т.н., зав. кафедрой
компьютерных измерительных систем и метрологии*

Обеспечение качества услуг, оказывающих влияние на качество испытаний, в значительной степени зависит от надежных способов ее идентификации и, следовательно, от состояния нормативной базы, позволяющей использовать единый технический язык, основанный на терминологической системе, путем четкой, последовательной классификации, кодирования, стандартизации характеристик продукции и современных методов испытаний. Без комплексного подхода к стандартизации продукции на уровне групп и даже более высоких классификационных группировок проблему качества решать сложно.

В стандартах ИСО серии 9001 версии 2015 года качество определяется как степень соответствия присущих характеристик требованиям. Понятие качества все время трансформируется и изменяется. В предыдущей версии стандарта ИСО оно рассматривалось как совокупность свойств продукции. Изменения в трактовке понятия качества связаны с переходом от рынка продавца к рынку потребителя, то есть именно потребитель и должен определять требования к качеству. Современное управление качеством исходит из того, что деятельность по управлению качеством не может быть эффективной после того, как продукция произведена, эта деятельность должна осуществляться сразу на начальных этапах проектирования продукции. Процесс разработки и вывода на рынок нового продукта может быть системно соотнесен с пожеланиями потребителей в рамках концепции TQM (TotalQualityManagement), которая базируется на ориентации на качество как основу выработки требований к разрабатываемому образцу нового продукта и согласования потребительских ожиданий с производственными возможностями предприятия.

Действительным инструментом воплощения TQM в области перевода требований потребителя в характеристики продукта служит методология QFD (QualityFunctionDeployment), то есть развертывание или структурирование функции качества, позволяющая таким образом

структурировать функцию качества, чтобы обеспечить исследование и идентификацию пожеланий покупателей продукции, и их дальнейшее матричное преобразование в характеристики создаваемого продукта.

Цель данной методологии – гарантировать качество с самой первой стадии создания и развития нового продукта [1]. В настоящее время метод структурирования функции качества является самым мощным инструментом непосредственного воплощения ожидания потребителя в оптимальные технические характеристики новой (или модернизируемой старой) продукции.

Функция качества – это набор характеристик и свойств, присущих продукции и делающих ее необходимой потребителю.

Процесс планирования новой продукции в рамках QFD состоит из следующих этапов:

- определение ожиданий и требований потребителей;
- ранжирование потребительских требований по степени важности;
- определение связей потребительских требований и показателей качества;
- построение взаимосвязей между показателями качества;
- определение весовых показателей качественных характеристик;
- учет технических ограничений;
- учет влияния конкурентов.

Метод структурирования функции качества позволяет связывать требования потребителей с характеристиками продуктов и процессами производства, эффективно интегрируя методики обработки маркетинговой информации, бенчмаркинг продуктов и инженерный анализ в непрерывный алгоритм разработки новых продуктов. В целом метод QFD позволяет не только формализовать процедуру определения основных характеристик создаваемого продукта с учетом пожеланий потребителя, но и принимать обоснованные решения по управлению качеством процессов создания нового продукта. Таким образом, «развертывая» качество на начальных этапах жизненного цикла продукции в соответствии с нуждами и пожеланиями потребителя, удастся избежать (или по крайней мере свести к минимуму) корректировку параметров продукта после его появления на рынке, а, следовательно, обеспечить высокую ценность и одновременно относительно низкую стоимость продукции (за счет сведения к минимуму непроизводственных издержек). Именно методология QFD обеспечивает воплощение в жизнь концепции качества, исповедуемой Всеобщим менеджментом качества (TQM): не исправлять брак, а предупреждать его. Методология структурирования функции качества,

хотя успешно и применяется в Японии, США и других развитых странах, пока не получила распространения на российских пищевых предприятиях.

Внедрение методологии в испытательных лабораториях, проводящие исследования различного типа от анализа воды и заканчивая измерениями приборами неразрушающего контроля, позволит:

- существенно сократить время испытания, освоения и вывода на рынок новых видов исследований, в том числе и с заданными свойствами;

- обеспечить преимущества нового испытания за счет идентификации потребителей, системного выделения ключевых требований и воплощения их в качественные характеристики продукта.

Существуют два способа управления качеством на основе учета мнения заказчика: «реагирующее качество» и «планируемое качество».

Реагирующее (пассивное) качество, управляемое заказчиком, – ответ (реакция) на требования заказчика после получения результатов испытания.

Планируемое (активное) качество предваряет эти требования и удовлетворяет потребности до их появления.

Лаборатория неразрушающего контроля позволяет проводить многократные исследования, испытания или измерения одного и того же образца по одному и тому же параметру (параметрам). Образец остается пригодным для дальнейшей работы. Эти методы предъявляют другие требования к организации и проведению исследований, контролю или испытаниям. Аккредитация лаборатории неразрушающего контроля в Казахстане имеет свои особенности, отличные от разрушающих методов.

В условиях рыночной экономики производственная деятельность предприятия ориентирована в основном на удовлетворение всех потенциальных потребителей в своей продукции, поэтому наиболее актуальным является применение метода управления качеством на основе «планируемого качества».

Целью исследований являлось формирование качества новых видов испытания на основе структурирования функции качества.

На современном этапе развития рынка испытательных лабораторий формирование качества новых видов испытания является актуальной и системной задачей. На основе блочно-иерархического подхода разработана схема формирования качества лабораторных испытаний. Первым этапом является определение целевого назначения испытательной лабораторий, которое осуществляется путем выделения

сегмента рынка, маркетинговых исследований выделенного сегмента и идентификации потребителей.

На базе испытательной лаборатории будет проводиться комплексная проверка качества выпускаемой заводом продукции по 16 ключевым параметрам: текучесть, прочность, химический состав, твердость, длина, вязкость и др. Автоматизированное оборудование европейского производства позволяет осуществлять сложные металлографические, макроструктурные и физико-механические исследования материалов. В перспективе лаборатория может сертифицировать не только продукцию Казахстана, но и других производителей металлопродукции по всему миру. Но необходимо учитывать, что потребителями испытательной лабораторий являются разные предприятия с определенными запросами. Следовательно, необходимо выделить группы потребителей с аналогичными запросами и возможностями и на основании этого разрабатывать новые виды испытания с оптимальными параметрами качества.

Второй блок является наиболее важным, так как именно на нем осуществляется перевод потребительских требований в конкретные параметры продукта. Первоначально проведен анализ состояния существующей нормативной базы по испытательной лабораторий для оценки требований к качеству. Основным документом, регламентирующим в настоящее время требования к испытательным лабораториям является межгосударственный стандарт ISO/IEC 17025:2005 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

Список информационных источников

1. Статистические методы управления качеством процессов / П.В. Мартюшева, О.В. Стукач. Под общ. ред. О.В. Стукача. – Томск, 2008.
2. Гличев, А.В. Прикладные вопросы квалиметрии / А.В. Гличев, Г.О. Рабинович, М.И. Примаков, М.М. Сеницын. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 136 с.
3. Глудкин, О.П. Всеобщее управление качеством / О.П. Глудкин, И.Н. Горбунов. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ОДНОРОДНОСТИ МНОГОЦВЕТНЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ПО ЦВЕТНЫМ ФОТОИЗОБРАЖЕНИЯМ

Алибекова А.А., Осипов С.П., Осипов О.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., ведущий научный
сотрудник Российско-китайской научной лаборатории радиационного
контроля и досмотра*

1 Введение

В современном строительстве широко используются декоративные строительные материалы (ДСМ) [1, 2]. Многие из них являются мелкозернистыми материалами со случайным распределением разноцветных зерен. К потребительским характеристикам ДСМ помимо размеров зерен, их формы и цвета относится степень однородности по цвету по испытываемой поверхности [3, 4]. Имеющиеся в литературе алгоритмы оценки качества ДСМ отличаются сложностью, поэтому необходима разработка упрощенного алгоритма.

К исследуемому типу ДСМ относятся материалы природного и искусственного происхождения. Из природных каменных материалов следует выделить гранит и мрамор [2], а материалов искусственного происхождения – искусственные каменные материалы, керамические плитки. Для иллюстрации на рис. 1 приведены изображения некоторых ДСМ, относящихся к области исследований.

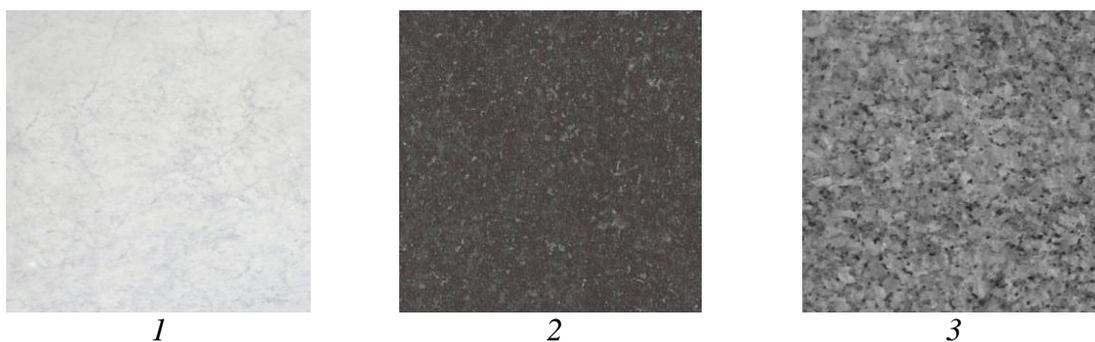


Рис. 1.1. – серый мрамор; 2 – черный гранит; 3 – гранит

2 Алгоритм оценки степени однородности изображений

В работах [5, 6] рекомендовано использовать анализ полутоновых и цветных оптических изображений исследуемых объектов для оценки

качества строительных материалов и изделий. На первом этапе следует выделить информативные параметры оптических изображений, необходимые для оценки качества декоративных строительных материалов.

2.1 Информативные параметры изображений

Уровень серого (полутон) или значения цветовых координат можно рассматривать в качестве случайных величин. Исходя из этого, к информативным параметрам полутоновых изображений следует отнести gr_a – среднее значение уровня серого по локальной области a , $a \in A$, здесь A – множество точек максимальной области интереса. Для цветных изображений r_a, g_a, b_a – средние значения цветовых координат в системе RGB по области a . В качестве дополнительных информативных характеристик для полутоновых изображений для рассматриваемой задачи выступают σgr_a – среднеквадратические отклонения уровня серого по области a , $a \in A$. Для цветных изображений – $\sigma r_a, \sigma g_a, \sigma b_a$ – среднеквадратические отклонения цветовых координат в системе RGB по области a .

2.2 Алгоритм обработки информации

Алгоритм оценки степени однородности базируется на вычислении изменения совокупности информативных параметров полутоновых и цветных оптических изображений по мере уменьшения площадей областей a . На практике размер минимальной области a ограничен размером цветового зерна. Практично рассматривать множества A и a в форме квадратов размерами $n_A \times n_A \text{ pix}^2$ и $n_a \times n_a \text{ pix}^2$. Выражения для оценки информативных параметров для полутоновых изображений имеют вид

$$gr_a = \frac{\sum_{(i,j) \in a} gr_{i,j}}{\dim a}, \quad \sigma gr_a = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j) \in a} (gr_{i,j} - gr_a)^2}{\dim a - 1}}, \quad (1)$$

здесь $\dim a = n_a \times n_a$ – количество точек в локальной области $a \in A$.

Информативные параметры для цветных изображений оцениваются по следующим формулам

$$r_a = \frac{\sum_{(i,j) \in a} r_{i,j}}{\dim a}, \quad g_a = \frac{\sum_{(i,j) \in a} g_{i,j}}{\dim a}, \quad b_a = \frac{\sum_{(i,j) \in a} b_{i,j}}{\dim a},$$

$$\sigma r_a = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j) \in a} (r_{i,j} - r_a)^2}{\dim a - 1}}, \quad \sigma g_a = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j) \in a} (g_{i,j} - g_a)^2}{\dim a - 1}}, \quad \sigma b_a = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j) \in a} (b_{i,j} - b_a)^2}{\dim a - 1}}. \quad (2)$$

Приведем основу алгоритма, которая включает в себя исходные данные, ограничения, последовательность действий.

Замечание 1. Возможно несколько подходов к уменьшению размеров локальных множеств. Первый подход связан с уменьшением размера множества a на каждом этапе в два раза. Во втором подходе на первом этапе размер уменьшается в два раза, на втором в три раза и т.д.

К исходным данным относится само изображение **I** (полутоновое или цветное), множество A , минимальный размер множества $a - n_{a \min}$, количество шагов по изменению размера локального множества k_a .

Замечание 2. Количество строк, равное количеству столбцов, определяется количеством шагов по изменению размера локального множества k_a и подходом к уменьшению (смотри замечание 1). Для первого подхода $n_A \sim 2^{k_a}$, а для второго подхода $n_A \sim k_a + 1$.

Соблюдение требований замечания 2 к размерам исходного изображения обеспечивает равенство условий для сравнения исследуемых характеристик изображений.

Перечислим последовательность действий алгоритма:

1. Обнуляем счетчик номеров этапов $k=0$.
2. Вычисляем gr_A и σgr_A для полутоновых изображений или $r_A, \sigma r_A, g_A, \sigma g_A, b_A, \sigma b_A$ для цветных изображений.
3. Увеличиваем номер этапа $k = k + 1$.
4. Проверяем условие $k > k_a$, если условие выполняется, то заканчиваем расчеты для анализируемого полутонового или цветного изображения и переходим к этапу сравнения (пункт 7).
5. В соответствии с выбранным подходом определяем $n_{a(k)}$ размер локальных множеств $a(k)$

$$n_{a(k)} = \frac{n_A}{2^{k_a}}, \text{ первый подход, } n_{a(k)} = \frac{n_A}{k + 1}, \text{ второй подход.}$$

6. Формируем матрицы информативных параметров k -го этапа gr_{lmk} и σgr_{lmk} для полутоновых изображений или $r_{lmk}, \sigma r_{lmk}, g_{lmk}, \sigma g_{lmk}, b_{lmk}, \sigma b_{lmk}$.

7. Переход к пункту 2.

8. Этап анализа. Последовательно сравниваем значения информативных параметров, полученных на этапах обработки.

3 Обработка экспериментальных данных

Для иллюстрации возможностей алгоритма (пункт 2) было обработано изображение черного гранита (рис. 1.2). Был использован подход к уменьшению размеров локальных множеств, основанный на уменьшении линейного размера локального множества на каждом этапе в два раза. В силу особенностей объекта анализировалось его полутоновое изображение. В таблице 1 приведены результаты первых

трех этапов алгоритма применительно к изображению 2 на рис. 1.

Средний уровень яркости изображения 31,8, а среднеквадратическое отклонение 10,4. В одном из углов объекта наблюдается незначительное просветление – около 12 градаций серого. Испытанный образец отличается высокой степенью однородности по градациям серого цвета.

Заключение

В работе приведен и экспериментально апробирован алгоритм оценки степени однородности полутоновых или цветных изображений по средним значениям и среднеквадратическим отклонениям градаций серого или цветовых координат для любого уровня детализации.

Таблица 1. Результаты обработки изображения 1.2 (черный гранит)

k	Среднее значение яркости								Среднеквадратические значения								
0	31,8								10,7								
1	31,8	31,3							10,3	10,5							
	33,8	31,4							11,2	10,8							
2	32,2	31,3	31,6	31					9,8	10,6	10,4	10,3					
	35,1	30,6	32	32,7					10,4	10,1	10,5	11,4					
	35,9	32	32,3	31					10,8	10,3	10,7	10,7					
	35,1	34,1	33	31,2					10,5	13	11,3	10,7					
3	32,6	32,7	32,8	32,6	32,2	32,1	30,2	30,3	8,8	11,1	10,6	14	11,4	10,5	8,5	9,1	
	34,5	33,2	31,4	32,3	31,9	34,3	34,7	32,7	10,5	10	9,3	9	9,3	11,3	12,5	11,1	
	36	36,6	32,3	31	33,8	33	35,1	34	9	11,5	10,2	9,6	13,1	10,9	12,7	13,2	
	37,2	35,3	32,2	31	31,7	33,7	32,1	34	10,9	11,4	11,1	10,7	9,8	8,9	9,4	10,9	
	39	34	32,8	31,7	32,4	33	33,4	32,4	10,9	9,4	10,6	9,1	10,7	10	13,1	10,1	
	39,7	35,8	34,8	32,8	32,3	35,8	30,9	31,5	11,3	11,9	10,7	11,8	9	13,7	9,7	10,6	
	36,7	34,9	34,7	34,3	33,1	35,2	33,4	31,2	11,2	10,7	12	14,4	10,8	11	10,1	11,9	
	37,7	35,4	38,9	33	32,3	35,9	31,5	32,5	10,5	10,7	15,7	9,9	9,7	14,1	11,4	10,6	

Список информационных источников

1. Попов, Л.Н. Новые отделочные и декоративные материалы в строительстве XXI века // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2007. – № 2-С. – С. 36.

2. Бакка, Н.Т., Ильченко, И.В. Облицовочный камень. Геолого-промышленная и технологическая оценка месторождений: Справочник. – М. : Изд-во Недра. – 1992. – 303 с.

3. Купкін, Є.С., Подчашинський, Ю.О. Спосіб контролю зовнішнього вигляду поверхні виробів з облицовального каменю. Патент Україна, № 20031212802. Бюл. № 11. – 2004. – 3 с.

4. Подчашинський, Ю.О., Деревьянко, О.В. Контроль яркости

поверхности декоративно-облицовочного камня на основе фрактальной обработки видеoinформации / /Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – Т. 5. – № 2 (35). – С. 38–44.

5. Иванова, Н.Н., Жолобова, О.А. Предложения по расширению области применения цифровой фотографии при оценке состояния строительных конструкций // Интернет-журнал Науковедение. – 2012. – № 3. – 5 с.

6. Жолобова О. А. Перспективы развития дистанционных методов измерительного контроля качества строительной продукции // Инженерный вестник Дона. – 2013. – Т. 26. – №. 3 (26). – 5 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КАПИЛЛЯРНЫХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Андреев И.Д.

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Лобанова И.С., ст. преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В последнее время композиционные материалы очень часто используют в качестве конструкционных материалов, так как они обладают большей прочностью и износостойкостью по отношению к металлическим материалам.

Композиционный материал - искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с чёткой границей раздела между ними.

Композиты различают по составу материала матрицы и упрочнителя. В качестве матрицы в композитах на основе пластмасс используют различные полимеры (обычно синтетические смолы), а в качестве наполнителя — хлопчатобумажные ткани (текстолит), стекло или минералы (стеклопласты, асбопласты), углеродные волокна (углепласты) и т. д.

Изделия из композиционных материалов применяются во многих отраслях. Самые распространённые: ракетно- и самолетостроение; наземный транспорт; судостроение; электрорадиотехника; строительство; химическая промышленность; военное дело и средства безопасности.

В пластмассе, керамике, бетоне могут возникать дефекты типа раковин и пузырей. Они образуются в результате неплотной набивки формы при прессовке и литье, при выделении газов в результате

химической реакции. В этих материалах также встречаются включения в виде посторонних веществ. Трещины в пластмассе и композитах возникают под действием внешних и внутренних напряжений при термическом воздействии, прессовании заготовок в готовые изделия. В керамике трещины возникают при неправильном режиме обжига. Возможный тип дефекта — это нарушение химического состава, ослабление механических свойств в результате нарушений технологии изготовления. Основной тип дефекта в слоистых пластиках, композитах — это расслоения, возникающие в результате перерывов в литье или при сборке пакетов из разнородных материалов, загрязнений соединяемых поверхностей. Дефектом являются также зоны пониженного или повышенного содержания связующего. В армированных материалах, композитах, железобетоне возможно несоединение связующего с арматурой, неправильное размещение арматуры. Для листовых материалов, оболочек из пластиков, композитов требуется измерение толщины слоев и изделия в целом.

Композиционные материалы применяются в изделиях повышенной опасности, следовательно, нуждаются в повышенном контроле. Обнаружить дефекты композиционных материалов можно следующими методами неразрушающего контроля: оптическим [1], радиационным [2], акустическим [3], тепловым [4], проникающих веществ [5].

С помощью оптического метода контроля можно обнаружить такие дефекты как: трещины, задиры, локальные вмятины, оборванные нити, складки и полосы, появляющиеся при нарушении технологии укладки поверхностных монослоев раскрытием более 0,1 мм.

Рентгенографический метод позволяет обнаруживать как дефекты внутренней структуры, такие как раковины, трещины, газовые поры, недопрессовки и расслоения, складки в системе армирования, инородные тела в связующем, и т.д.

Ультразвуковой контроль позволяет обнаруживать как дефекты внутренней структуры (непроклеи и расслоения между монослоями структуры), так и наружные (царапины, задиры). Минимальные размеры выявляемых дефектов внутренней структуры композиционных материалов вида «непроклей» составляют площадь порядка 0,8 - 1,0 см².

Тепловым контролем определяют наличие коррозии под краской и между слоями; расслоения и непроклеи; ослабление сцепления между слоями; наличие воды или масла в сотах; пористость; ударные повреждения (например, смятие сот) и т.д.

Для оценки работоспособности методов неразрушающего контроля и проверки их пригодности для контроля изделий из неметаллических материалов было изготовлено два образца. Один - образец стыкового

сварного соединения трубы из полипропилена, другой – пластина из эпоксидного материала с дефектами, заранее известных размеров. Затем поочередно выполняли визуальный и измерительный контроль для определения грубых поверхностных дефектов, капиллярный, для определения более мелких, тепловой, ультразвуковой и радиографический – для определения дефектов внутренней структуры.

При выполнении капиллярного контроля проверили работоспособность дефектоскопических материалов на контрольном образце. После того, как убедились, что дефектоскопические материалы работают, провели контроль стыкового соединения полипропиленовых труб.



Рисунок 1 – обнаруженные дефекты при проведении капиллярного контроля.

Затем выполнили радиографический контроль, согласно методики проведения. Были использованы следующие параметры: режим съемки 60 кВ, сила тока 2мА, время экспозиции 1,5с, количество усреднений 40, фокусное расстояние 1м, рентгеновский аппарат – РАП 160-3500.

В результате проведения капиллярного и радиографического контроля обнаружили дефект типа подрез.

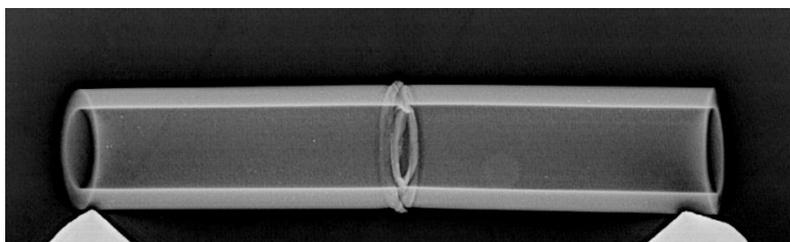


Рисунок 2 – Обнаруженные дефекты при проведении радиографического контроля

Проведя активный тепловой контроль обнаружили поверхностные дефекты типа трещина.

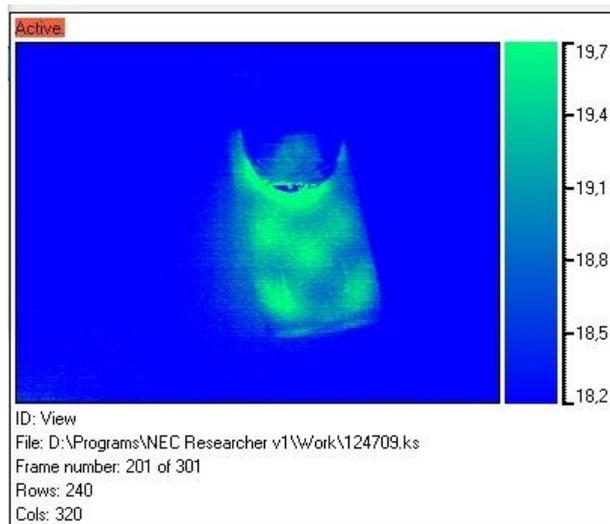


Рисунок 3 – обнаруженные дефекты при проведении активного теплового контроля.

Вывод: проведя три разных метода неразрушающего контроля, мы обнаружили дефекты типа подрез и трещина. Как мы видим методы являются рабочими для изделий из неметаллов, а в частности для полипропиленовых труб и изделий из эпоксидной смолы. Однако с помощью капиллярного контроля мы можем обнаружить только поверхностные дефекты. Радиографический метод позволяет обнаружить как поверхностные, так и внутренние дефекты, однако на его проведение затрачивается больше времени и использование специализированного оборудования. Тепловой контроль позволяет обнаружить поверхностные, а так же скрытые внутренние дефекты, но опять же появляется необходимость специального оборудования для нагрева объекта контроля и непосредственно сам тепловизор.

Список информационных источников

- 1.ГОСТ Р 53696-2009. Контроль неразрушающий. Методы оптические. Термины и определения.
- 2.НРБ-99. Нормы радиационной безопасности.
- 3.ГОСТ 23829-85. Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения.
- 4.ГОСТ 23483–79. Контроль неразрушающий тепловой. Общие требования.
- 5.ГОСТ 18442-80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.
- 6.ГОСТ 16338-85. Полиэтилен низкого давления;

7. Стеклопластики : сборник Под ред. Ф. Моргана- М.: Изд-во иностранной литературы, 1961.-480с.

8. Применение композиционных материалов в технике. Композиционные материалы/ под ред. Л. Браутмана, Р.Крока.- М.: Машиностроение, 1978. – Т.3- 508 с.

9. Углеродные волокна и углекомпозиаты: сб. под ред. Э. Фитцера, - М.: Мир, 1988.- 336с.

10. Справочник по композиционным материалам / Под ред. Дж. Любина, пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1988.-448с.

11. Гершберг М.В., Илюшин С.В., Смирнов В.И. Неразрушающие методы контроля судостроительных стеклопластиков. Л.: Судостроение, 1971. 199 с.

СВЧ ПЛАЗМОТРОН ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

Аникин А.В.

Томский политехнический университет

Научный руководитель: Шиян В.П., к. ф-м.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

В представленной работе для глубокой переработки углеводородного газа на углерод и водород был выбран плазмохимический метод на основе использования плазмы-СВЧ разряда. Целью данной работы является исследование потенциальных возможностей СВЧ плазмотрона для конверсии природного газа.

Принцип работы плазмотрона: поток холодного газа постоянно подается в газоразрядную камеру, где зажигается разряд; газ нагревается, ионизируется в плазму. Мощность плазмотрона различна: от десятков ватт до десятков мегаватт, и давления газа - от единиц мм рт. ст. до сотен атмосфер. Для данного типа СВЧ плазмотрона были проведены расчеты его основных параметров, выбран конструкционный материал, проведены холодные измерения параметров согласования и ослабления волноведущей системы. Выбор рабочей частоты плазмотрона.

В качестве рабочей частоты выбираем частоту, $f = 2450$ МГц.

Данной частоте соответствует рабочая длина волны λ , рассчитанная по формуле:

$$\lambda = c/f = 3 \cdot 10^{10} / 2,45 \cdot 10^9 = 12,24 \text{ см} \quad (1)$$

Выбор типа волновода

В соответствии с рабочей частотой $f = 2450$ МГц и длиной волны 12, 24 см, в качестве рабочего типа волновода выбираем прямоугольный волновод с поперечным сечением $90 \times 45 \text{ мм}^2$.

Выбор материала волновода

В качестве конструкционного материала была выбрана нержавеющая сталь, так как по стоимости, она дешевле, чем медь и латунь.

Расчет затухания СВЧ энергии в волноводе.

Расчет проводим для рабочей волны Н10 по формуле, приведенной в работе [2]:

$$(\alpha)_{H_{10}} = \frac{\sqrt{\frac{\omega \epsilon_0}{2\sigma_{ст}}}}{b \sqrt{1 - \frac{\lambda^2}{4a^2}}} * \left[1 + 2 \frac{b}{a} \left(\frac{\lambda}{2a} \right)^2 \right], \quad (2)$$

где $\mu_{ст}$ – магнитная проницаемость стенки волновода, $\sigma_{ст}$ – удельная проводимость стенки волновода, $1/\text{Ом} * \text{м}$; ϵ и μ – относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости среды заполняющей волновод.

Отсюда получаем:

$$\begin{aligned} (\alpha)_{H_{10}} &= \frac{\sqrt{\frac{15.386 * 10^6 * 5 * 10^{-3} * 8.84 * 10^3 * 0.154}{2 * 7.69 * 10^6 * 12.56 * 10^{-7}}}}{45 * \sqrt{1 - \left(\frac{12.24}{2 * 90} \right)^2}} * \left[1 + 2 \frac{45}{90} \left(\frac{12.24}{2 * 90} \right)^2 \right] \\ &= 0.118 \left[\frac{\text{дБ}}{\text{м}} \right] \end{aligned}$$

Для изготовления СВЧ плазматрона в качестве конструкционного материала была выбрана нержавеющая сталь, так как по стоимости, она дешевле, чем медь и латунь.

Схема плазматрона представлена на рисунке 1.

Плазмотрон с активным иницированием СВЧ – разряда представляет собой волноводно - коаксиальный переход «пуговичного» типа 1, который состоит из прямоугольного волновода 2 и коаксиальной линии 3, с внешним проводником 4, образующий разрядную камеру и внутренним проводником 5 в котором расположена трубка 6 с подключенным к ней проводником 7. Плазмотрон снабжен волноводом

круглого сечения 8, который служит для подачи плазмообразующего газа и защитой от СВЧ – излучения. На выходе волновода 2 может быть размещена согласованная нагрузка 9 или короткозамыкатель 10. Волновод 2 сечением $90 \times 45 \text{ мм}^2$ выполнен из нержавеющей стали. Внутренний проводник 5 коаксиальной линии 3 диаметром 16 мм и внешний проводник 4 внутренним диаметром 40 мм также выполнены из нержавеющей стали.

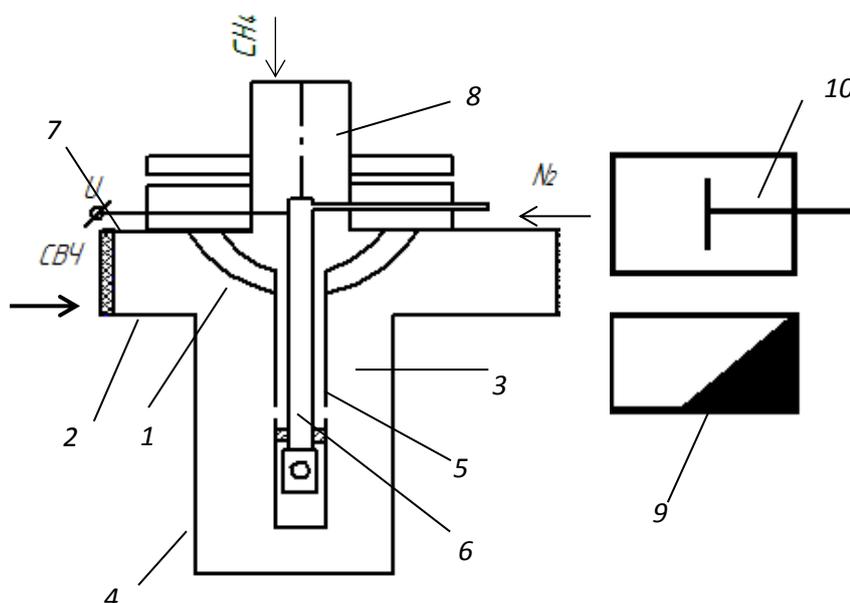


Рис.1. Схема плазматрона.

На начальном этапе работы СВЧ плазматрона произвели калибровку приборов. Калибровка - это совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения пригодности к применению средств измерений.

Затем были произведены измерения параметров согласования его волноведущей системы с помощью панорамного измерителя коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) и ослабления Р2-56 в диапазоне частот от 2200 до 4400 МГц. Из полученных зависимостей при частоте равной 2450 МГц, $КСВН = 1.26$ при согласованной нагрузке,

Для данного КСВН рассчитываем коэффициент отражения и уровень отраженной мощности:

$$|\Gamma| = \frac{p-1}{p+1} = \frac{1.26-1}{1.26+1} = 0.1 \quad (3)$$

где $|\Gamma|$ - коэффициент отражения, p - Коэффициент стоячей волны (КСВН).

Найдем значение уровня отраженной мощности:

$$P_{\text{отраж}} = \Gamma^2 * P_{\text{пад}} * 100\% = 0.1^2 * 1 * 100\% = 1\% \quad (4)$$

Так же были произведены измерения параметров согласования его волноведущей системы при короткозамыкающем поршне.

частоте равной 2450 МГц, КСВН = 2.7 при короткозамыкателе.

Для данного КСВН рассчитываем коэффициент отражения и уровень отраженной мощности :

$$|\Gamma| = \frac{p - 1}{p + 1} = \frac{2.7 - 1}{2.7 + 1} = 0.45$$

Найдем значение уровня отраженной мощности:

$$P_{\text{отраж}} = \Gamma^2 * P_{\text{пад}} * 100\% = 0.45^2 * 1 * 100\% = 21.1\%$$

В результате проведенного эксперимента при измерении согласования плазматрона с согласованной нагрузкой и короткозамыкателем был выбран первый вариант (согласованная нагрузка) характеризующейся минимальным уровнем отраженной мощности. Что подтверждает хорошее согласование волноведущей системы. Так как коэффициент отражения соответствует уровню отраженной мощности 1% то есть наша система обладает хорошим согласованием.

С помощью данного плазматрона была осуществлена конверсия природного газа в углеродный наноматериал и водород с эффективностью до 70% . В состав углеродного наноматериала входят многослойные, однослойные луковичные нанотрубки и аморфный углерод с удельной поверхностью 200-400 м²/гр. В экспериментах мощность СВЧ генератора изменялась в пределах 0.8-2 КВт. Расход газа в пределах 0.05-1 м³/час. Эксперименты проводились при атмосферном давлении.

Список информационных источников

1. Техника и приборы СВЧ. Том 1 / И.В. Лебедев, 1970.
2. Альтшулер В.С. Термодинамика процессов получения газов заданного состава из горючих ископаемых. – М.: Изд-во «Наука», 1969, – 256 с.
3. Жерлицин А.Г., Шиян В.П., Косицин В.С., Медведев Ю.В., Галанов С.И., Сидорова О.И. Плазмохимическая конверсия природного газа в СВЧ реакторе // Известия Вузов. Физика. – 2010. – № 10-2. – С. 270–274

4. Устройство для получения углерода и водорода из углеводородного газа: пат. 2390493 Российская Федерация. № 2008144433/15; опубл. 27.05.2010.

БЕСПРОВОДНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Антюфеев В.К., Губанова А.Р.

Юргинский технологический институт

Томского политехнического университета, г. Юрга

*Научный руководитель: Теслева Е.П., к.ф.-м.н., доцент кафедры
естественнонаучного образования*

Беспроводная передача электричества на расстоянии известна с 1831 года, когда Майкл Фарадей открыл явление электромагнитной индукции. Фарадей доказал, что при изменении магнитного потока, проходящего через замкнутый контур, в последнем возникает электрический ток. На этом принципе работает множество приборов, однако массово использовать его в быту именно для передачи энергии без проводов человечество начало только в конце двадцатого века [1].

Впервые беспроводная передача энергии была представлена на всеобщее обозрение в 1899 году сербским изобретателем Николой Тесла. Он показал беспроводную передачу на питание поля люминесцентных ламп, расположенных в двадцати пяти милях от источника питания без использования проводов. Но в те времена дешевле было сделать проводку из медных проводов на 25 миль, чем строить специальные электрогенераторы, поэтому изобретение так и осталось неоцененным по достоинству. Тесла был первооткрывателем, который показал практичное применение беспроводной связи, но на сегодняшний день, в продаже есть совсем немного приборов, использующих принцип беспроводного электричества [2].

Развитие беспроводного электричества началось с небольшого диапазона товаров: зарядных устройств для телефонов и электрических держателей зубных щеток. Повышение эффективности позволило передавать мощность на расстояние в несколько метров. Постепенно технология начала использоваться в таких крупных и энергоемких продуктах, как телевизоры, компьютеры и даже транспортные средства. Был принят универсальный стандарт, обеспечивающий совместимость и тем самым значительно повышающий рыночную привлекательность подобных устройств [3].

Большинство видят сходство беспроводной передачи электричества с передачей информации, например, радио, сотовая связь,

или Wi-Fi. Но основным различием является то, что радио- или СВЧ-передача, как правило технология, которая направлена на восстановление и транспортировку информации, но не энергии, которая первоначально была затрачена на передачу.

В настоящее время разрабатываются разные методы беспроводной передачи электричества:

- метод электромагнитной индукции;
- ультразвуковой метод;
- микроволновое излучение;
- электростатическая индукция;
- лазерный метод [4].

У беспроводной передачи электроэнергии, как и у любого изобретения, есть свои преимущества и недостатки. К преимуществам можно отнести отсутствие проводов, более эффективную передачу энергии, отсутствие источников питания, гораздо меньшее техническое обслуживание. Основные недостатки – ограниченное расстояние, сложное осуществление беспроводной передачи электричества в домашних условиях, большая стоимость монтажа, воздействие магнитных полей на здоровье человека [2].

В ближайшем будущем провода перестанут быть необходимостью не только для обмена информацией, но и подачи электричества. Сегодня инженеры активно ведут работы над крупными проектами, связанными с применением беспроводной передачи данных, – бытовыми электросетями и питающимися «по воздуху» электромобилями. Многие аналитики считают, что данная технология является одной из наиболее перспективных в наше время, которая позволит обеспечивать дома электроэнергией без использования проводов, розеток и выключателей. Именно поэтому большое количество инвесторов вкладывают свои капиталы в развитие данной технологии. За такими технологиями наше будущее. Они позволят не только обеспечивать дома и предприятия, но и откроют новые возможности использования электроэнергии.

Список информационных источников

1. Освобожденное электричество: Питание // Популярная механика [электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: // <http://www.popmech.ru/technologies/12868-osvobozhdennoe-elektrichestvo-pitanie>

2. Беспроводная передача электричества по теории Тесла // Автоматизация и электрика – Режим доступа. – URL: // <http://www.asutpp.ru/besprovodnaya-peredacha-elektrichestva.html>

3. Беспроводное электричество // Будущее сейчас [электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: // <http://futurenow.ru/besprovodnoe-elektrichestvo?scn=1>

4. Беспроводная передача электричества // Занимательная физика [электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: <http://school1nv.ucoz.ru/Zanimat/contents/invention/2tok/tok.htm>

МЕТРОЛОГИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Апотин В. С.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Батрагин А. В., младший научный сотрудник
Российско-китайской научной лаборатории радиационного контроля и
досмотра*

Рентгеновские томографы в последнее время стали использоваться как измерительные системы, что привело к необходимости определения и стандартизации их метрологических характеристик.

Основными нормативными документами, регламентирующими использование, а также характеристики рентгеновских томографических систем являются ISO 15708-1 и ISO 15708-2 [1-2]. Также существуют документы международной организации ASTM (American Society for Testing and Materials), но все они ссылаются на данные стандарты.

Основными измеримыми параметрами изображений, пришедших из радиографии и используемых в томографии, отражающих качество данной систему КТ являются: пространственное разрешение и контрастная чувствительность.

Пространственное разрешение томографических изображений зависит от большого числа факторов. Одним из определяющих является базовое пространственное разрешение цифрового детектора, которое измеряется непосредственно по радиографическому снимку, как правило, с помощью дуплексного проволочного эталона [3]. Данная характеристика показывает размер элемента, который может быть обнаружен без использования проекционного увеличения.

Контрастная чувствительность в многом зависит от отношения сигнал-шум (ОСШ) или *англ.* signal-to-noise ratio (SNR). Оно также

определяется по радиографическим снимкам и является отношением среднего значения сигнала детектора к стандартному отклонению в некоторой области изображения [3].

Однако прямое измерение пространственного разрешения и контрастной чувствительности в случае томографии затруднено по ряду причин. Поэтому стандартами предусматривается определение данных характеристик с использованием косвенного измерения – а именно, с помощью определения функции передачи модуляции (ФПМ) [4-5]. Для установления ФПМ существующей томографической установки необходимо определить взаимосвязанные характеристики: функцию распределения точки (ФРТ) и функцию отклика границы (ФОГ).

В качестве тест-объекта выступает цилиндр с гладкой, ровной поверхностью. По томограмме тест-объекта вычисляется отклик границы. Производная от этой величины представляет собой ФРТ. В свою очередь ФПМ – это преобразование Фурье от ФРТ. Функционально ФПМ увязывает пространственное разрешение и контрастную чувствительность системы визуализации, к которым относятся рентгеновские томографы.

На рис. 1 представлен интерфейс программы для определения ФПМ томографических установок. В левой части – изображение тест-объекта, в правой – графики ФОГ, ФРТ и ФПМ (справа внизу). По оси абсцисс откладывается пространственное разрешение в парах линий на мм, по оси ординат – относительный контраст от 0 до 1. Предельным пространственным разрешением является точка на ФПМ при контрасте 0,1 [4-5]. Из рис. 1 следует, что для данного томографического снимка разрешение составляет около 4 пар линий на мм.

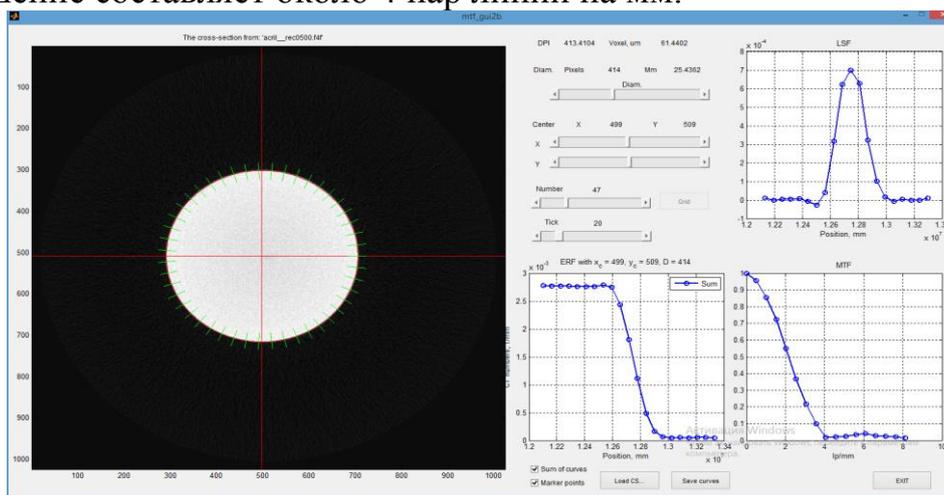


Рисунок 1 – Интерфейс программы для расчета ФПМ

Отдельно была исследована контрастная чувствительность детектора и линейность передачи сигнала в зависимости от уровня

детектируемого излучения и значения ускоряющего напряжения рентгеновской трубки.

В качестве тест-объекта была использована «лесенка» – пирамида, толщина которой ступенчато изменяется в одном направлении (см. рис. 2). Тест-объект выполнен из оргстекла, размеры приведены в таблице 1.

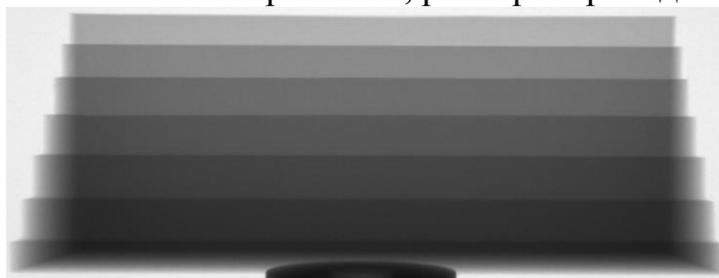


Рисунок 2 – Рентгенограмма тест-объекта «лесенка»

Таблица 1. Размеры тест-объекта

№	Ширина, мм	Высота, мм
1	9,7	57,9
2	19,5	49,9
3	29,9	42,1
4	39,7	32,6
5	50	24
6	59,5	15
7	70	6,6

Проекции тест-объекта были получены при разных значениях напряжения, тока трубки и разном времени экспозиции. Всего было проведено 5 опытов. График зависимостей ОСШ от толщины при различном напряжении представлен на рис. 3.

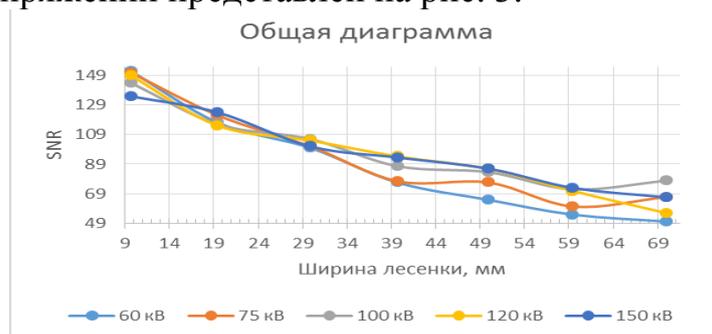


Рисунок 3 – Зависимость ОСШ от толщины тест объекта при различном ускоряющем напряжении трубки

График зависимости уровня сигнала детектора от ослабляющей толщины при различном ускоряющем напряжении приведен на рис. 4.

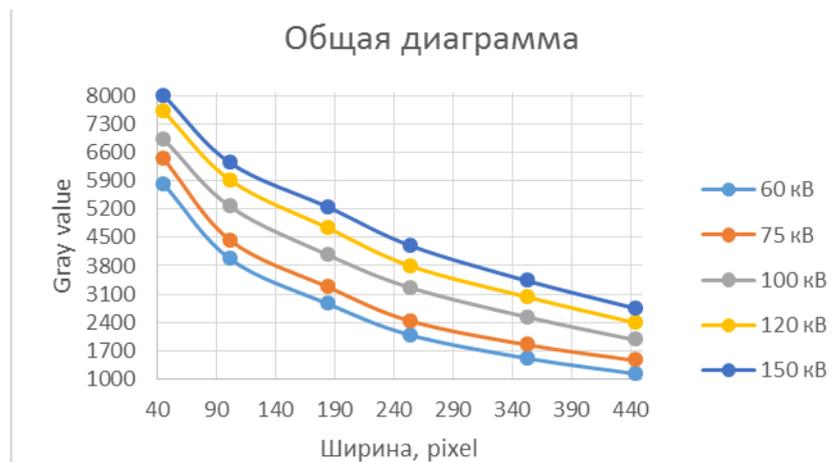


Рисунок 4 – Величина сигнала детектора в зависимости от толщины материала при различном ускоряющем напряжении

На основании полученных результатов, можно сделать вывод, что контрастная чувствительность детектора принимает более линейный вид при увеличении напряжения, но имеет некоторые отклонения на режимах работы в 75 и 100 кВ. Насыщение детектора изменяется прямо пропорционально увеличению ускоряющего напряжения, так же на основании рис. 4 можно сделать вывод, что при увеличении напряжения, границы тест-объекта становятся более четкими.

Список информационных источников

1. ISO 15708-1, "Non-destructive testing - Radiation methods - Computed tomography - Part 1: Principles", ISO 2002
2. ISO 15708-2, "Non-destructive testing - Radiation methods - Computed tomography - Part 2: Examination practices", ISO 2002
3. ISO 17636-2 - 20 "Non-destructive testing of welds - Radiographic testing - Part 2: X- and gamma-ray techniques with digital detectors", ISO 2013
4. ASTM Standard E1695-95 (2006) "Standard Test Method for Measurement of Computed Tomography (CT) System Performance"
5. ASTM Standard E1441-11 "Standard Guide for Computed Tomography (CT) Imaging"
6. В. И. Кузичев Частотно-контрастная характеристика // Фотокинотехника: Энциклопедия / Главный редактор Е. А. Иофис. — М.: Советская энциклопедия, 1981

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ГИБРИДНОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ

Бикбулатов А.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Юрченко А.В., д.т.н., профессор кафедры физических методов и приборов контроля качества

В области солнечной энергетики в последнее время активно ведутся исследования направленные на снижение себестоимости солнечных установок и достижение большей эффективности преобразования солнечной энергии. Одним из способов является проведение изменений в процессе создания солнечных панелей. Так, например, автоматизация производства, замена кремния другими материалами. С другой стороны, можно улучшить саму систему преобразования энергии, внося новые элементы конструкции и внедрив систему управления, которая позволит производить преобразование энергии более эффективно, соответственно снизив время, необходимое для окупаемости энергосистемы.

На рисунке 1 представлено сравнение КПД традиционной фотоэлектрического модуля с КПД комбинированной солнечной установки.

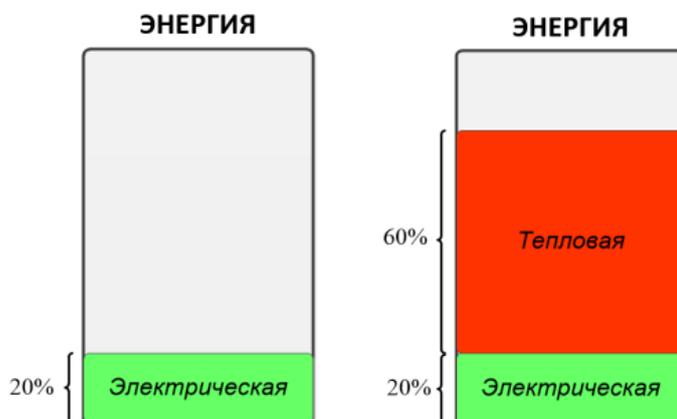


Рисунок 1 – Сравнение эффективности фотоэлектрического модуля и комбинированной солнечной установки.

Видно, что комбинированная система позволяет более эффективно преобразовывать проходящую солнечную энергию.

В работе для повышения эффективности преобразования солнечной энергии наряду с комбинированием фотоэлектрического модуля и солнечного коллектора предлагается использование солнечных концентраторов и системы позиционирования установки.

Структурная схема разработанной установки представлена на рисунке 2.

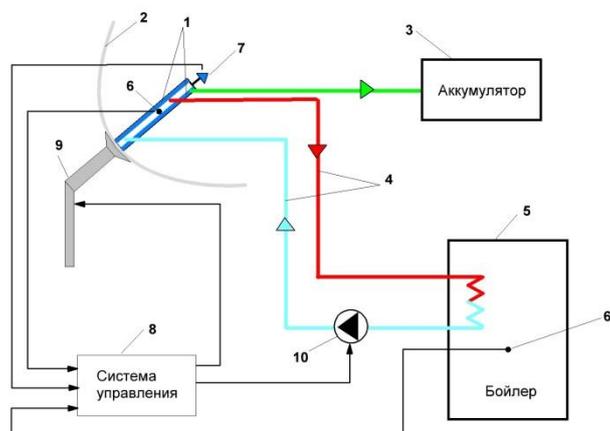


Рисунок 2 – Структурная схема энергосистемы.

Представленная структурная схема включает в себя следующие элементы: фотоэлектрические модули (1); концентратор (2); аккумулятор (3); медная трубка, по которой производится циркуляция жидкости (4); бойлер (5), температурный датчик(6); фотоэлектрический датчик (7); система управления (8); поворотное устройство (9); водяной насос (10).

Применение отражателя ведет к увеличению приходящего потока солнечной энергии на поверхность фотоэлектрической панели, что влечет за собой рост ее температуры. Повышение температуры панели снижает эффективность работы солнечных батарей, как и почти всех других полупроводниковых приборов [1].

Естественное или воздушное охлаждение являются простыми и недорогими способами отведения тепла от солнечной панели. Однако при высокой температуре окружающего воздуха и потоке солнечной радиации такой способ становится неэффективным. По этой причине отвод тепла от фотоэлектрических панелей необходимо проводить с помощью системы водяного охлаждения.

Применение концентратора также требует введение системы позиционирования. Для того чтобы отраженные от концентратора лучи падали на поверхность солнечной панели, установка в течение всего дня должна быть ориентирована на область максимального солнечного излучения [2].

Позиционирование установки осуществляется по принципу гелиотрекера. Гелиотрекер состоит из датчика-фотоприемника, котроллера, обрабатывающего сигнал с фотоприемника и исполнительного механизма (двигателя), поворачивающего систему.

Система управления обеспечивает сбор информации о системе, обработку информации и выдачу управляющих воздействий. В качестве центрального управляющего устройства выступает миникомпьютер BeagleBone Black, для которого была написана программа управления. Ее алгоритм включает в себя начальные установки и настройка миникомпьютера, контроль температуры и позиционирование системы.

Приоритетной задачей системы охлаждения является поддержание температуры панели ниже $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. При этом, при возможности система будет выполнять циркуляцию воды в системе, для обеспечения ее нагрева. Подробная схема данного процесса представлена на рисунке 4.

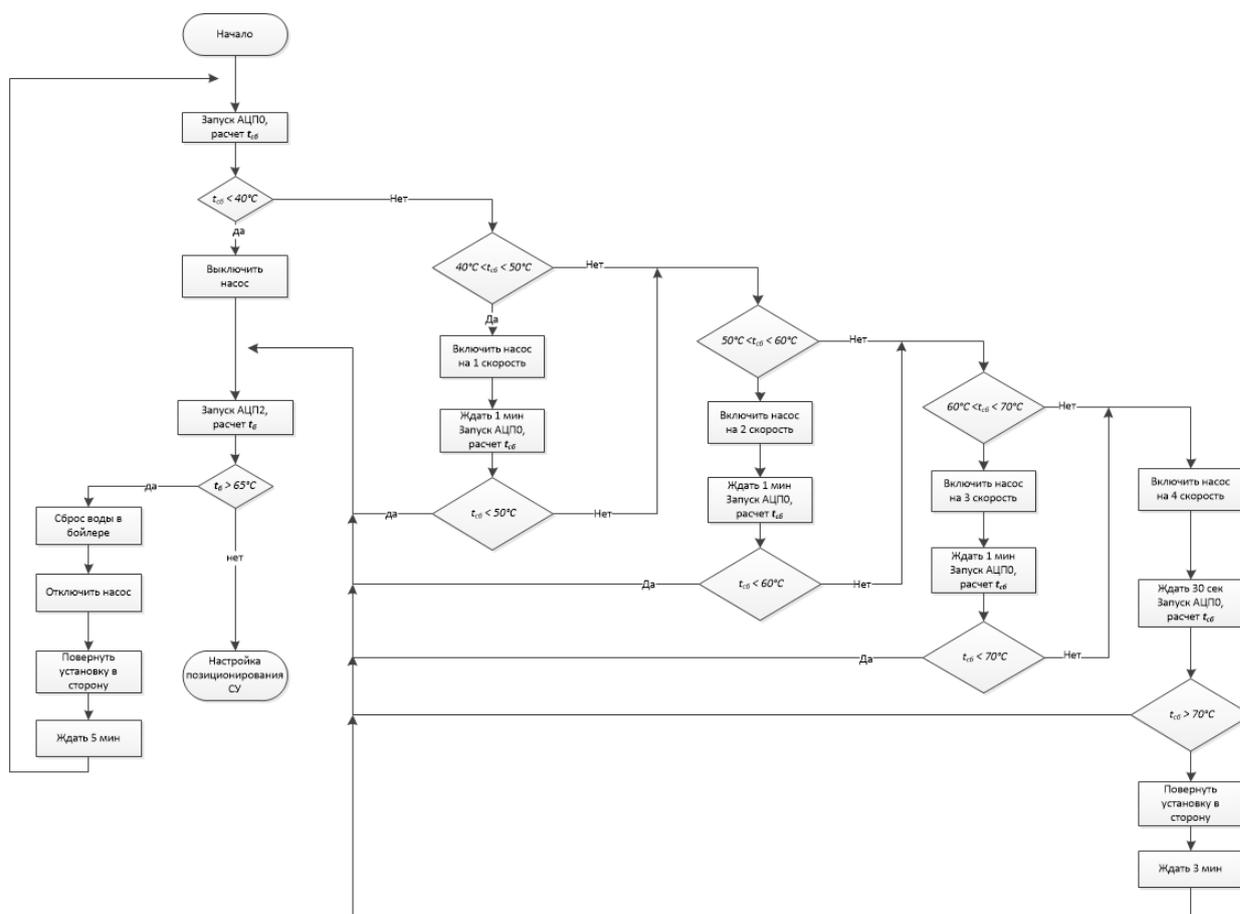


Рисунок 4 – Алгоритм контроля температуры.

После выполнения контроля температуры программа переходит к выполнению алгоритма позиционирования системы. Данный алгоритм представлен на рисунке 5.

После установки позиции системы, программа возвращается к выполнению алгоритма контроля температуры.

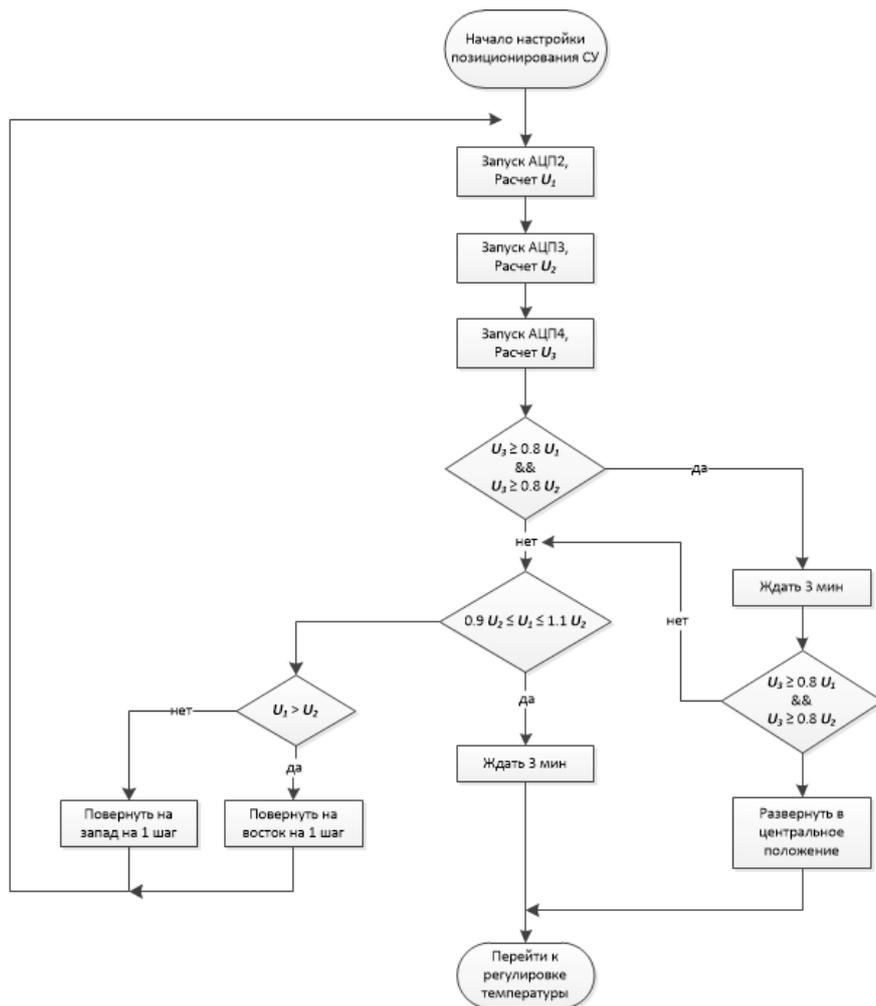


Рисунок 5 – Алгоритм позиционирования системы.

Список информационных источников

1. Bradley J. Fontenault, Ernesto Gutierrez-Miravete. Modeling a Combined Photovoltaic-Thermal Solar Panel// COMSOL Conference – Boston, 2012. – 8 с.

2. Китаева М.В. Аппаратно-программный комплекс для контроля оптимальной ориентации фотоэлектрических модулей на максимальный поток солнечного излучения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Томск, 2014. – 139 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОСТЕНДОМ ИВ

5

Бражанова Д.К.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Якимов Е.В., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

При выполнении научно-исследовательских работ магистранты принимают активное участие в разработке программно-аппаратных и виртуальных стендах, лабораторно-практических комплексов. Магистранты специальности обладают глубокими профессиональными знаниями, владеют профессиональной терминологией, имеют хорошую подготовку в области цифровой техники, промышленных контроллеров, теории измерения, метрологии, современных технологий интеллектуализации измерительных систем, современных методов научных исследований.

В лаборатории кафедры «Измерительная техника и приборостроение» имеется комплект, состоящий из 4-х лабораторных установок с измерительно-управляющими блоками, методического обеспечения для проведения лабораторных работ. Одна из них лабораторная установка «Методы и технические средства измерения вибрации» ИВ5. В качестве виртуального прибора и измерительного устройства ввода/вывода сигналов на кафедре для этих установок используют плату АЦП/ЦАП ZET 210.

В данной статье рассматривается создание устройства получения информации с вибростенда «ИВ5» фирмы РосУчПрибор[1].

Для достижения поставленной цели необходимо создать интерфейсное устройство, которое должно выполнять функции:

- 1)Регистрация показаний с вибростенда ИВ5;
- 2)Передача показаний на персональный компьютер (ПК);
- 3)Обработка и представление результатов;
- 4)Сохранение информации;

Собственное разработанное программное обеспечение должно обеспечивать регистрацию показаний, запись в файл, представление на экране ПК[1].

Задача состоит в том, чтобы разработанная методика позволяла получать, сохранять и анализировать результаты вибрационных испытаний в зависимости от частоты, амплитуды и формы сигнала [1].

Для расширения возможностей обработки информации следует предусмотреть в разработанном устройстве выбор каналов с различными характеристиками [1].

В работе подробно описана лабораторная установка ИВ5, предназначенная для проведения лабораторных работ по изучению технических средств для студентов, реализующих методы измерения вибрации объектов и обработки результатов измерений.

Также подробно описан процесс внедрения результатов научно-исследовательской работы в образовательную деятельность, изучение практических возможностей ZetLab для организации научно-исследовательских работ, разработка исследовательского стенда на ZetLab.

Установка лабораторная ИВ5 предназначена для проведения лабораторных работ по изучению технических средств, реализующих методы измерения вибрации объектов и обработки результатов измерений. Установка обеспечивает возможность создания и измерения амплитуды вибрации вибростола в заданном диапазоне частот и амплитуд.

Таблица 1- Основные технические данные установки ИВ5

Наименование параметра	Норма
Номинальный диапазон частот вибрации, Гц	от 1 до 500 ± 10
Максимальная амплитуда перемещения стола вибратора на частоте 20 Гц	не менее 0.5 мм
Напряжение сети переменного тока, В	220 ± 22
Частота сети переменного тока, Гц	50 ± 0.4
Потребляемая установкой мощность, Вт	не более 100

На рабочем столе вибростенда смонтированы датчик 1 линейных ускорений (ДЛУ) (интегральный датчик типа ADXL-105, размещенный на печатной плате) и устройство для измерения амплитуды вибраций (УИАВ), выполненное в виде оптопары со шторкой, которая перемещается вместе с катушкой вибростенда и меняет световой поток, попадающий от светоизлучающего диода оптопары на ее фотоприемник [2]. Световой поток обратно пропорционален площади перекрытия шторкой пространства между излучающим светодиодом и фотоприемником.

Датчик ADXL105 является высокопроизводительным, однокомпонентным акселерометром высокой точности[3], имеет расширенную полосу частот и более низкий уровень шума; измеряет

ускорение до $\pm 5 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$ и вырабатывает аналоговый выход по напряжению в диапазоне 0-5 В; широкая 10 КГц частотная характеристика датчика ADXL 105 позволяет использовать вибростенд в приложениях измерения вибрации, он показывает значительное уменьшение характеристик смещения и дрейфа чувствительности.

Вибростенд имеет электромагнитную систему возбуждения вибрации [2]. Рабочим стол вибростенда служит непосредственно катушка возбуждения, входящая в зазор цилиндрического магнитопровода и питающаяся от функционального генератора сигналов ФГ-100. Связь вибростенда с генератором сигналов осуществляется посредством разъема, закрепленного на корпусе магнитопровода. Ответная часть разъема находится на соединительном кабеле, содержащем проводники питания и сигнальные проводники с выхода УИАВ[2].

Под действием сигнала с выхода генератора катушка возбуждения и рабочий стол вибростенда начинают вибрировать с определенной амплитудой. ДЛУ преобразует виброускорение катушки в электрический сигнал. УИАВ также преобразует перемещение катушки вибростенда в электрический сигнал, амплитуда которого пропорционально амплитуде вибраций [2]. После детального анализа функционального генератора сигналов ФГ-100 и вибростенда ИВ5 следует сделать вывод, что для регистрации и обработки показаний необходимо построить собственную систему.

Требования к минимальному количеству элементов, требования высокой надежности и стойкости к внешним воздействиям определяют выбор системы с аналогово-цифровым преобразователем на одном конце линии, а требование максимального объема передаваемой информации – пункта диспетчера на базе персонального компьютера.

Для получения информации визуального обзора с вибростенда использовалось программное обеспечение ZetLab. Модуль подключен к персональному компьютеру с помощью USB.

Компоненты ZetLab [3] призваны максимально упростить процесс создания пользовательских приборов и приложений для измерения и обработки сигналов. Аналого-цифровой преобразователь Zet-210 Sigma USB предназначен для измерения параметров сигналов в широком частотном диапазоне (с частотой дискретизации до 500 кГц), поступающих с различных первичных преобразований. Модуль функционирует в режиме непрерывного ввода/вывода аналоговых и цифровых сигналов в память персонального компьютера с возможностью цифровой обработки сигналов.

Основные функции программы [4]:

-непрерывное отображение формы и амплитуды сигналов, поступающих на входные каналы модулей АЦП и анализаторов спектра и виртуальные каналы на разных графиках или на одном графике; задание временного интервала отображения сигналов; выбор частотного диапазона отображаемых сигналов (функция сглаживания с прореживанием - цифровая фильтрация сигнала); гибкое изменение количества отображаемых каналов в реальном масштабе времени; автоматическое масштабирование изображений;

- остановка отображения формы сигнала в произвольный момент времени (режим стоп-кадра); запись мгновенных значений отображаемых сигналов в файл и т.д.

Список информационных источников

1. Есимов Р.С. «Разработка устройства получения информации с вибростенда» диссертационная работа. КАРГТУ, 76с.

2. Лабораторная работа № 7 «Вибрация и методы ее измерения», курс «Метрология», КарГТУ, 2008.

3. www.autex.spb.ru/analogdevices/products/adxl105.htm Датчик ADXL105 04.04.2014

4. <http://Zlab.ru/catalog/funktsii-Zlab-vibro/mnogokanalnyy-ostsillograf>

ЛАЗЕРНЫЙ ТРИАНГУЛЯЦИОННЫЙ ПРОФИЛОМЕТР ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ

Бугаев Е. А., Федоров Е. М., Плетнев А. О.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Федоров Е. М., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

В результате длительной эксплуатации железнодорожных рельсов происходит их износ в результате истирания головок рельсов, возникающего при взаимодействии их с колёсами подвижного состава.

Основными факторами, определяющими износ рельсов, являются: окружные усилия, передаваемые колёсами, и проскальзывание колёс по рельсам; нормальные (вертикальные) давления колёс на рельсы и суммарный вес грузов (тоннаж), пропущенных по рельсам; план и профиль пути, вес и скорость движения поездов; конструкции пути, подвижного состава и их состояния; профиль контактирующих поверхностей рельсов и колёс; коничность бандажей колёс и подуклонка рельсов; качество металла рельсов и колёс; состояние и

шероховатость контактирующих поверхностей; значение и форма предшествующих износу рельсов и износа колёс; расположение изношенного места на рельсе.

С помощью измерений профиля рельса можно определить характер и величину износа и сделать вывод о его пригодности. Одним из приборов, позволяющих сделать подобные измерения, является профилометр. Данные приборы появились во 2-й половине 30-х годов XX века и постоянно совершенствуются с течением времени.

Лазерные триангуляционные профилометры

Лазерные профилометры предназначены для контроля профиля различных изделий бесконтактным способом, и передачи размерных координат профиля в компьютер или контроллер. Приборы используются на предприятиях машиностроения, ОАО «РЖД» в условиях производства и ремонта.

Измерительная система, построенная на базе профилометра, представляет собой автоматизированную систему, которая способна контролировать контурные размеры, профиль, взаиморасположение деталей, отклонение от плоскостности, распознавать объекты. Система состоит из набора профилометров, компьютера, системного контроллера и механизмов. Данные контроля обрабатываются в компьютере и передаются на удаленный диспетчерский пост. Схема работы лазерного профилометра изображена на рисунке 1.

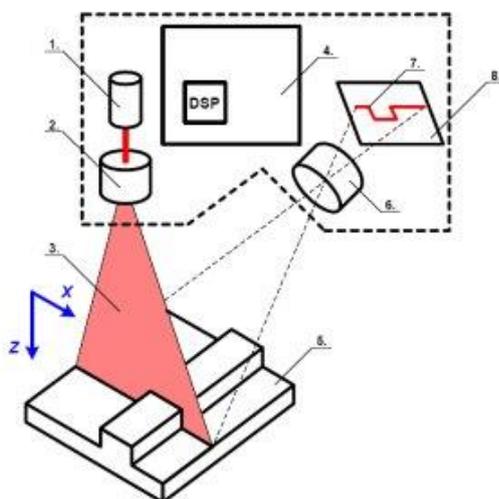


Рисунок 1 – Схема работы лазерного профилометра
(1 – лазерный модуль; 2 – генератор линии; 3 – плоскость лазерного излучения; 4 – контроллер на базе сигнального процессора; 5 – контролируемый объект; 6 – оптическая система фотоприемника; 7 – изображение линии зондирующего лазерного излучения на фотоприемнике; 8 – матричный фотоприемник)

В течение первого семестра 2015/2016 учебного года были разработаны принципиальная и структурная схемы, а также конструкция прибора. Затем прибор был реализован на практике.

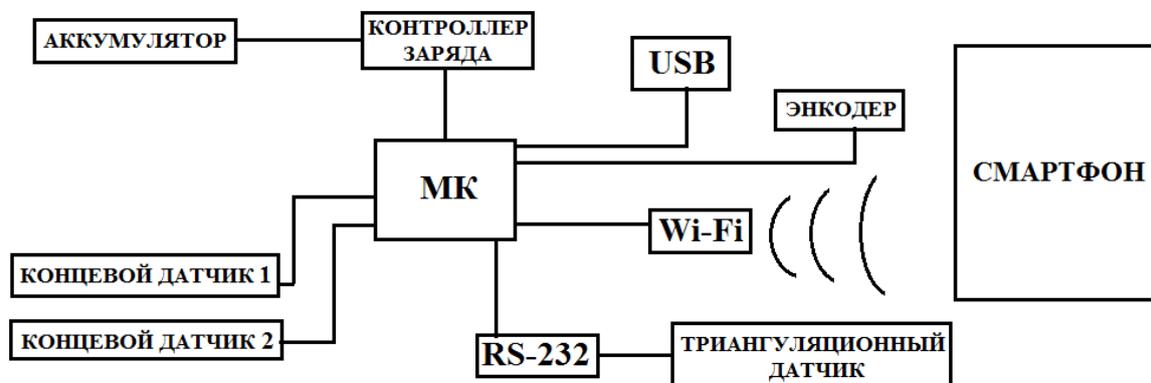


Рисунок 2 – Структурная схема профилометра
Далее приведены основные элементы конструкции:

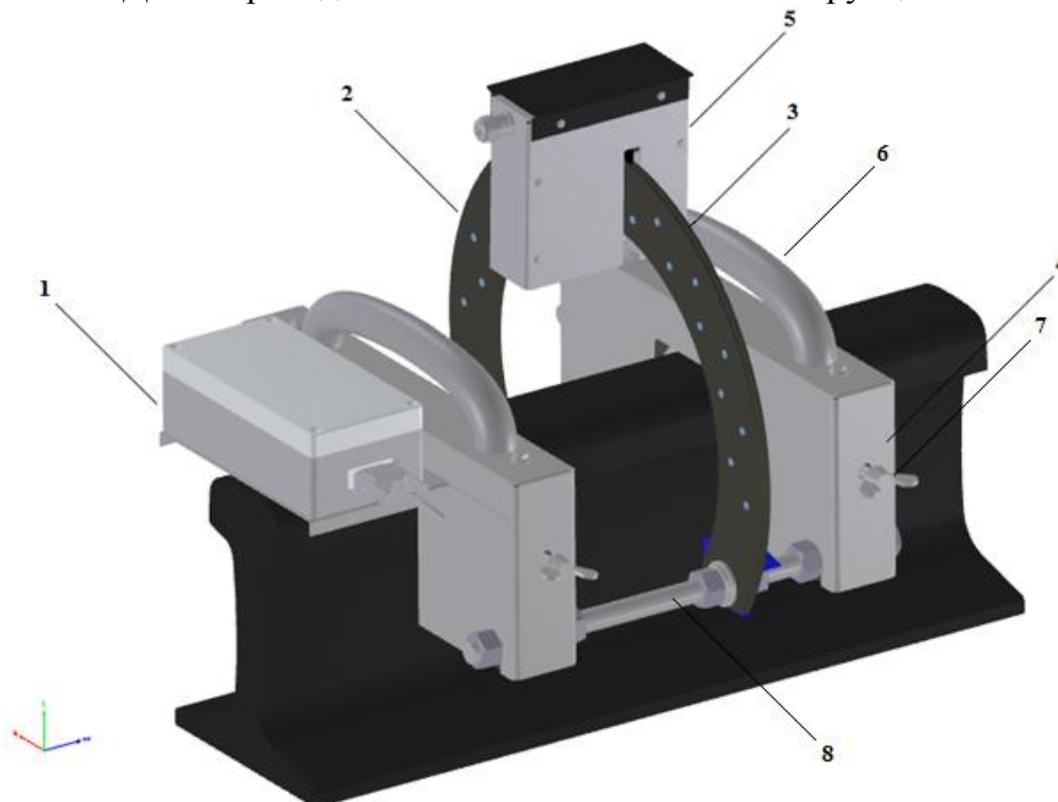


Рисунок 3 – 3D-модель профилографа
(1 – Системный вычислительный блок; 2 – Дуга центральная; 3 – Дуга-держатель; 4 – Кожух боковой; 5 – Кожух; 6 – Ручка; 7 – Винт; 8 – Шпилька)

Устройство и работа составных частей изделия

Установка прибора производится сверху на рельс, при этом он опирается на боковые кожухи(4), а затем происходит закрепление с помощью винтов(8).

Сканирующее устройство, имеющееся в приборе, предназначено для создания при регистрации поперечного профиля заданной траектории движения оптического датчика вокруг головки рельса. Основой для работы сканирующего устройства является механизм, расположенный между двух дуг-держателей(3) и движущийся по центральной дуге(2) с использованием ролика. Рабочий ход механизма из своего начального положения, при котором он полностью опирается на центральную дугу, расположенную между дуг-держателей, в своё конечное положение, производится вручную. Рабочий ход обеспечивает движение оптического датчика, который находится в кожухе(5), по заданной траектории вокруг головки рельса при регистрации ее профиля. Угловое положение оптического датчика в каждый момент времени рабочего хода регистрируется с помощью датчика угла поворота.

После сканирования лазерным датчиком профиля рельса вся информация передается на системный вычислительный блок(1), где происходит обработка данных, и их последующая передача на компьютер или мобильное устройство с помощью wi-fi модуля для построения изображения профиля рельса и сравнения его со стандартом.

Список информационных источников

1. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь: Учебник для вузов железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1969. – 536 с.
2. ООО «РИФТЭК» Лазерные триангуляционные датчики [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://riftek.com/ru/products/~show/sensors/laser-triangulation-sensor>. 10.05.16.
3. Чернышев М.А., Крейнис З.Л. Железнодорожный путь. – М.: Транспорт, 1985. – 302 с.

ВНЕДРЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ХОСИН КАНРИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Булгакова О.С.

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Плотникова И.В., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

В настоящее время необходим особый подход к управлению предприятиями, базирующийся на современных технологиях и методах организации деятельности. Многие компании о них знают и пытаются применить такую концепцию, как например, «Бережливое производство» (Lean Production). Тем не менее, чтобы работа такой системы была эффективной необходимо адаптировать ее под процессы компании.

Важнейшим элементом стратегического и оперативного планирования является вовлечение персонала компании в непрерывную и эффективную работу. Это позволяет осуществить широко известная концепция «Хосин Канри».

Хосин Канри способствует вовлечению каждого руководителя и сотрудника в процессы выработки, всеобщего разделения и эффективной реализации политики предприятия, организации и иных сообществ.

Подход «Хосин Канри» направлен на достижение прорывных результатов за счет настройки системы эффективности организации на достижение стратегических целей, а также создании эффективного механизма мониторинга и контроля хода их достижения [1].

Подход Хосин Канри создан на основных составляющих:

1. Декомпозиция целей для определения взаимосвязи ключевых показателей и систематизации сфер полномочий и ответственности;
2. Формирование Х-матриц для увязки полномочий и сфер ответственности со стратегическими целями организации и разработка мероприятий по их достижению.

Организация управления основана на делегировании части своих полномочий и ответственности вышестоящим руководителем своим подчиненным. Для эффективной работы необходимо обеспечить систему единой логикой делегирования и наличием системы мониторинга, позволяющую понять взаимосвязь сфер ответственности и влияние каждого сотрудника на конечный результат.

Декомпозиция показателей (иначе разделение показателя на составляющие) и, получающееся в результате, дерево целей/показателей является ключевым инструментом управления эффективностью и лежит

в основе, как индивидуальных показателей сотрудников, так и логики управленческой отчетности и бизнес-планирования.

Главная ценность дерева целей заключается в воспроизведении способа достигнуть общей цели предприятия путем подкрепленного иерархического перечня целей нижних уровней [2].

Еще одним из условий реализации метода «Хосин канри» являются «Х-матрицы», которые позволяют на одном листе руководителям смежных по вертикали уровней распределять ответственность и непосредственно участвовать в процессе реализации стратегии, осознавая ценность вклада своей деятельности в стратегическое видение высшего уровня управления компанией [3].

Х-матрица составляется на директора и декомпозирует свои показатели между заместителями подразделений, а те в свою очередь, спускают их до нижнего уровня управленческой иерархии компании (например, до лаборанта или бригадира).

Основой для составления Х-матрицы любого уровня (рис. 1) являются 4 элемента, указывающие, как стрелки компаса, направление от центрального блока матрицы на 4 части света:

- Целевые показатели стратегии – ключевые пункты среднесрочного бизнес-плана, указанные в оцифрованном виде – на юг от центра.

- Стратегические задачи, направление развития представляют описание того, что будет делаться, как в текущий период, так и в ближайшие 5 лет. Направление лежит на запад от центра.

- Тактические программы/проекты – план мероприятий для реализации поставленных стратегических задач на 6-18 месяцев – на север от центра.

- КПЭ владельца матрицы на текущий год/мониторинг/ресурсы – ряд «стимулирующих» индикаторов для оценки хода развития всего – на восток от центра [4].

Реализация принципов Хосин Канри был рассмотрен на примере АО «Институт реакторных материалов». Основными направлениями деятельности предприятия принято считать проведение реакторных испытаний и производство радионуклидной продукции.

В работе были проанализированы существующие Х-матрицы директора, заместителя директора по науке и производству и начальника отделения радиационных технологий. Объектом исследования выбрано отделение радиационных технологий, процесс производства иридия – 192.

Залогом эффективности применения X-матриц является понимание всеми сотрудниками личного вклада в развитие и выхода на новый уровень компании. Только коллективная деятельность приведет компанию к успеху и процветанию. Для повышения информативности и визуализации, можно создать стенд декомпозиции.

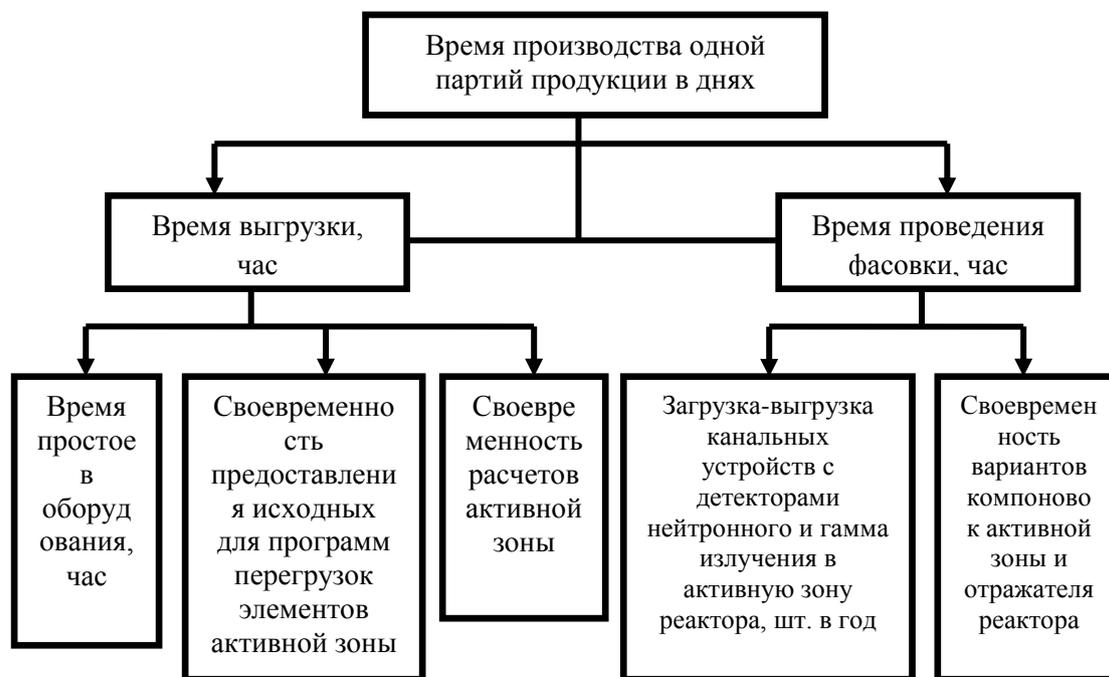


Рисунок 3. Декомпозиция КПЭ по времени производства одной партий продукции в днях.

Список информационных источников

1. Т. Джексон. Хосин Канри: как заставить стратегию работать»/ пер. с англ.- М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2013.-248с.
2. Е.В. Полищук Обоснование дерева целей предприятия // «Креативная экономика» №4, 2012 с.84-94
3. Единые отраслевые методические рекомендации по декомпозиции бизнес-целей, формированию X-матриц и информационных центров на предприятии в рамках подхода «Хосин Канри» М,-2015
4. П.А. Коваленко X-матрица как инструмент развертывания стратегии компаний // «Методы менеджмента качества №8, 2015, с.24-29.

РЕЗИСТИВНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

Букрина Т.А., Клоков А.В., Смакотин П.В., Емельянова Е.Ю.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Юрченко Е.В, к.м.н., старший преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Введение

Сахарный диабет понимается как хроническое эндокринное заболевание, при котором нарушается обмен веществ в организме, сопровождающееся гипергликемией. Характерной особенностью сахарного диабета является хроническое течение заболевания, несмотря на случаи стойкого улучшения и даже обратного развития явного сахарного диабета. Поэтому каждый больной сахарным диабетом, а таких в мире около 200 миллионов человек, нуждается в регулярном контроле уровня сахара в крови. Регулярный контроль уровня сахара позволяет корректировать лечение и избежать дальнейших осложнений.

Традиционный метод определения уровня сахара заключается в прокалывании пальца при помощи ланцета, помещении капли крови на тест полоску и затем внесении этой полоски в измерительный прибор, который тем или иным способом определяет и показывает этот уровень.

При заборе крови, особенно при массовых обследованиях, возникает риск заражения такими заболеваниями как СПИД, гепатит и др.

Целью данной работы является проведение измерений уровня глюкозы, резистивным методом, в биологических жидкостях.

Материалы и оборудование

Для проведения исследований свойств водных растворов, с различным содержанием глюкозы, была разработана установка, позволяющая измерять сопротивление на различных частотах.

В установке (рисунок 1) был использован измеритель иммитанса E7-20, выходы которого при помощи проводов прикреплялись к медным контактам, закрепленным герметиком, к полипропиленовой трубке на расстоянии 5 см друг от друга. Внутри трубки пропускались жидкости с различным содержанием глюкозы.

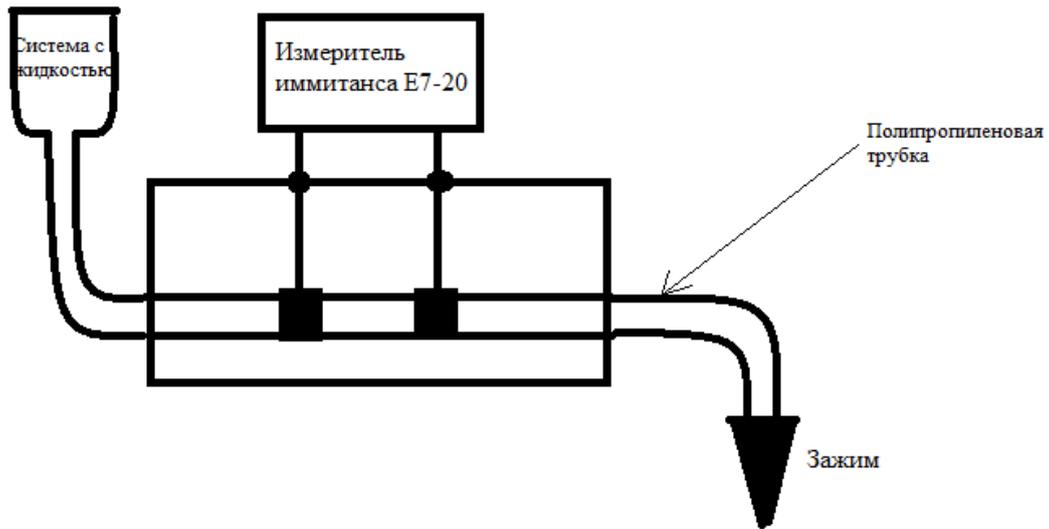
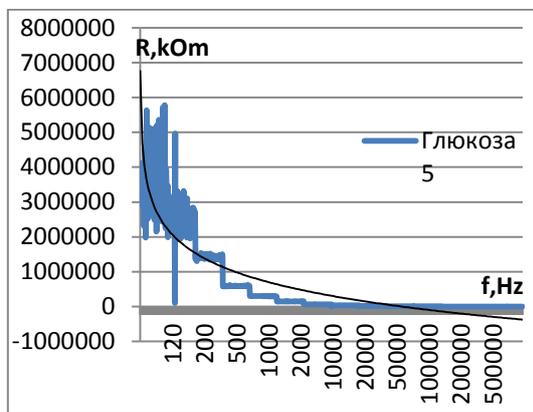
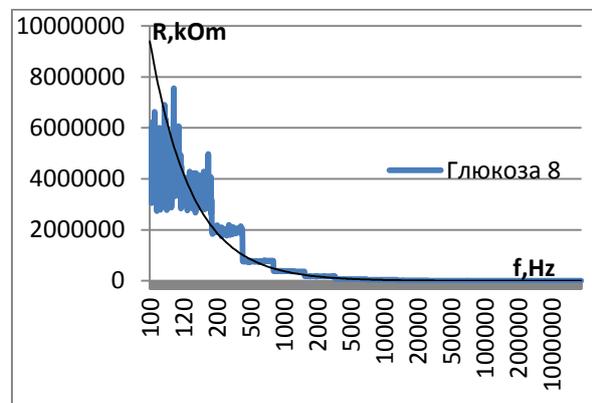


Рисунок 1
Результаты измерений

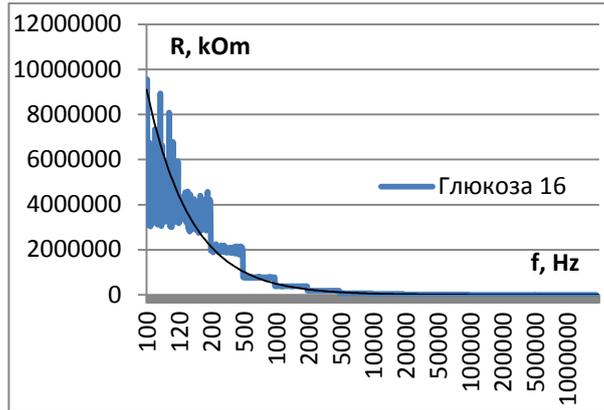
Измерения проводились на 14 частотах в диапазоне от 100 Гц до 1 МГц, в жидкостях с различным содержанием глюкозы и без неё: глюкоза 5, 8, 16 ммоль/л и вода соответственно. Объем выборки – 100 измерений. Результаты проведенных измерений представлены на рисунке 2.



а



б



В
Рисунок 2

Из графиков, представленных на рисунке 2, видно, что в диапазоне частот от 100 до 200 Гц наблюдаются большие колебания, поэтому измерения на частотах 100 и 120 Гц проводить не рекомендуется. Дальнейший анализ полученных зависимостей показывает, что в точках переключения частот существует вероятность появления выбросов. Для определения оптимальной области достоверных измерений построим сводный график зависимостей усредненных значений сопротивления в жидкостях с различным содержанием глюкозы от частоты. Полученный результат приведен на рисунке 3.

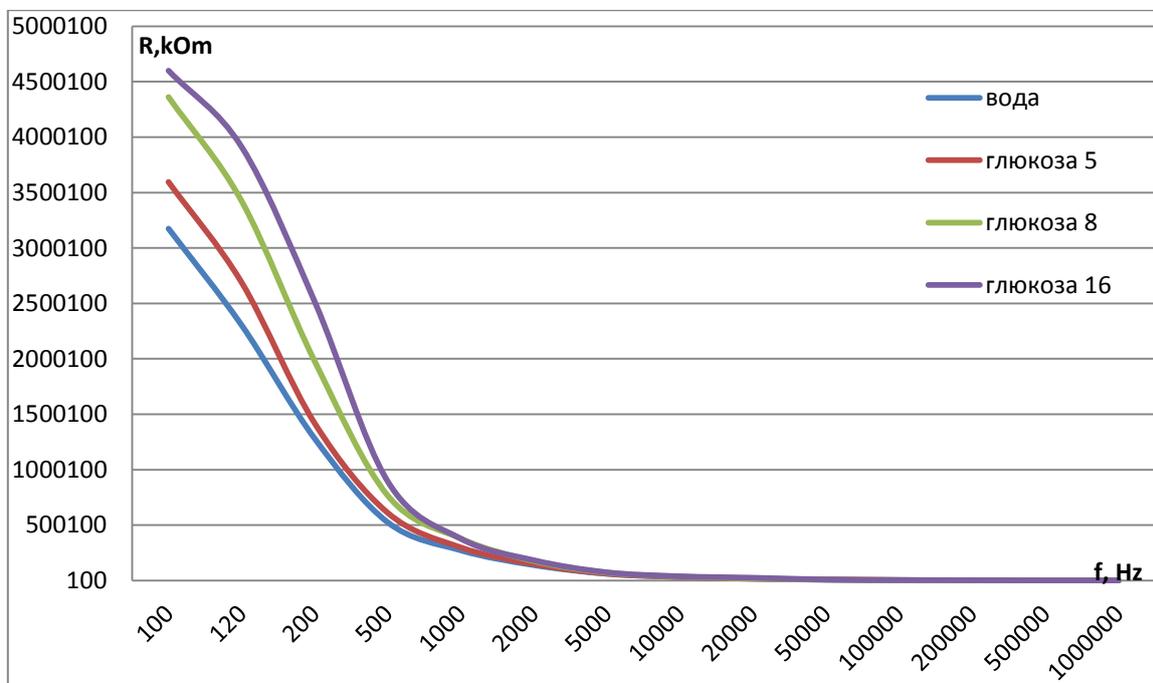


Рисунок 3

Из полученного графика видно, что самой оптимальной областью для измерения сопротивления являются частоты от 100 до 2000 Гц, т.к. именно на этих частотах просматривается разброс сопротивлений, необходимый для более точного определения содержания глюкозы. Учитывая выше введенные ограничения по частоте, проанализируем корреляцию в области оптимальных частот от 200 до 2000Гц. А так же построим график зависимости содержания глюкозы (ммоль/л) от сопротивления. Полученные результаты приведены на рисунках 4 и 5 соответственно.

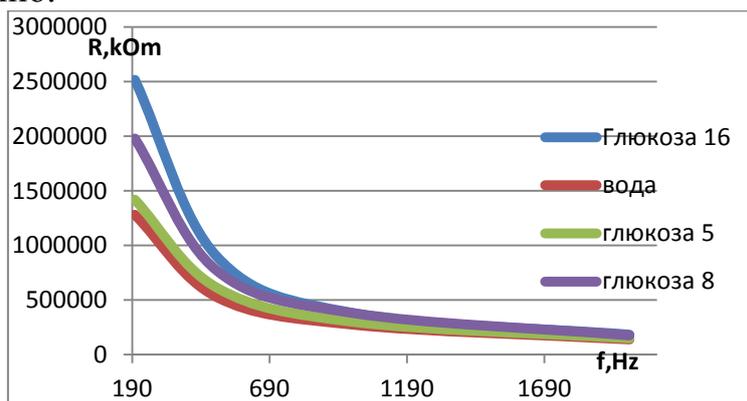


Рисунок 4

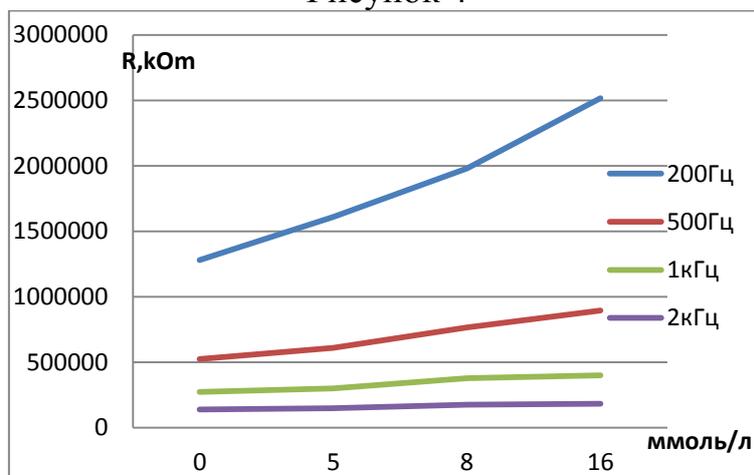


Рисунок 5

Анализ рисунка 5 показывает, что наибольшая корреляция наблюдается на частотах 200 и 500 Гц, следовательно, данный диапазон будет являться рабочим для дальнейших медицинских исследований.

Выводы

В данной работе выявлена зависимость сопротивления жидкости от содержания в ней глюкозы.

Определен рабочий диапазон частот, на которых оптимально проводить медицинские исследования (200-500Гц).

Резистивный метод на данный момент является довольно плохо изученным, поэтому в данной сфере есть большой потенциал для изучения и дальнейших исследований.

СЕТЬ БЕСПРОВОДНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ДЛИТЕЛЬНОЙ РЕГИСТРАЦИИ ЭКГ

Ван Сяохан

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Лежнина И.А., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Электрокардиография является одним из наиболее важных методов диагностики для мониторинга правильного функционирования сердца. Все чаще она используется не только в клинических условиях, но все более и более прикладной к сценарию "личное здоровье".

Для получения достоверной значимой диагностической и прогностической информации о состоянии сердечно-сосудистой системы обследуемого желательно обеспечить его длительное непрерывное мониторирование ЭКГ (вплоть до нескольких месяцев). Для реализации такой возможности необходимо решить две основных задачи: обеспечить требуемый уровень комфорта, необходимый при длительном ношении устройства, регистрирующего сигнал ЭКГ, и применить средства минимизации влияния возникающих при движении человека артефактов сигнала.

Сердце и электрокардиограмма

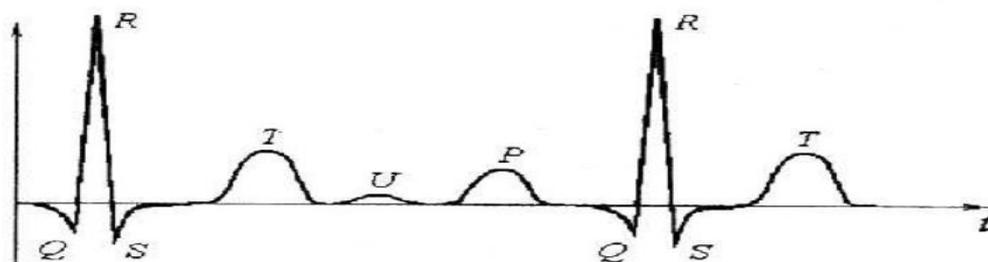


Рис 1. Основная электрокардиограмма

В составе кривой ЭКГ можно выделить шесть видов характерных зубцов. По предложению голландского физиолога Эйнтховена их обозначают буквами Q,R,S, T,U, P.

1) Зубец P отражает возбуждение (деполяризацию) предсердий; в первые 0,02-0,03 с возбуждается " только правое предсердие (восходящее колено зубца P); в следующие 0,02-0,03 с - правое предсердие, межпредсердная перегородка, левое предсердие (вершина зубца P); в последние 0,02-0,03 с - левое предсердие (нисходящая ветвь зубца). Общая продолжительность зубца P -0,06-0,11 с.

2) Интервал PQ характеризует распространение волны возбуждения (время прохождения импульса из предсердия в желудочки). Нормальная продолжительность его от 0,12 до 0,2 с.

3) Комплекс QRS характеризует распространение возбуждения по миокарду желудочков. Продолжительность его 0,06 – 0,1с.

4) Сегмент ST указывает на то, что миокард желудочков полностью охвачен возбуждением.

5) Зубец T соответствует процессам прекращения возбуждения желудочков. Интервал QRST (до конца T) называется электрической систолой.

6) Зубец U иногда появляется за зубцом T через 0,02 - 0,04 с. Он непостоянен и мал. Отражает повышенную возбудимость миокарда после систолы.

7) После зубца T или U до зубца P идет горизонтальная линия, называемая сегментом TP и соответствующая диастоле сердца.

Объект и методы исследования, выбор элементы и проектирование схему

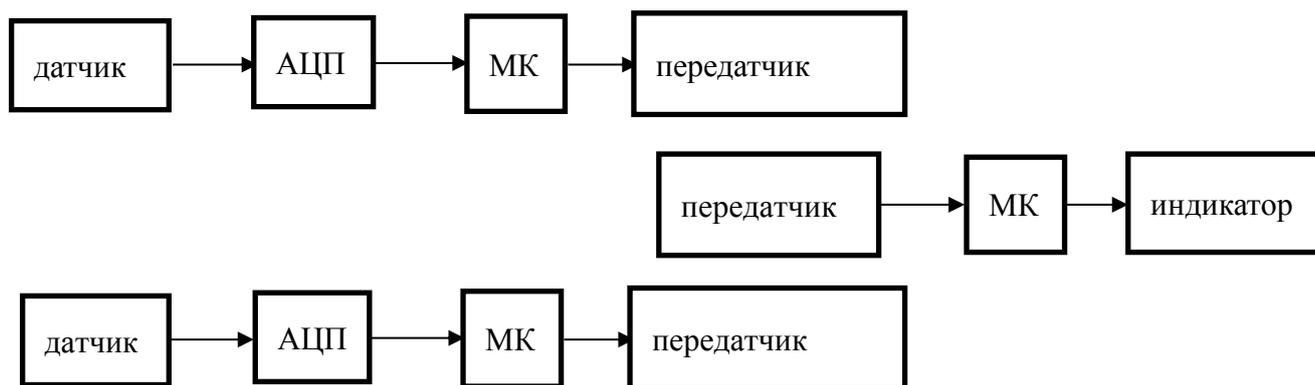


Рис 2. Структурная схема беспроводного ЭКГ

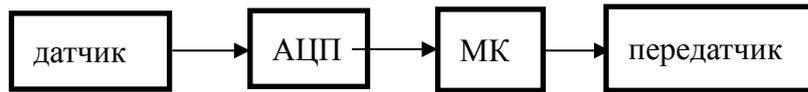


Рис 3. Структурная схема сети



Рис 4. Структурная схема приёмного устройства

Выбор элементов

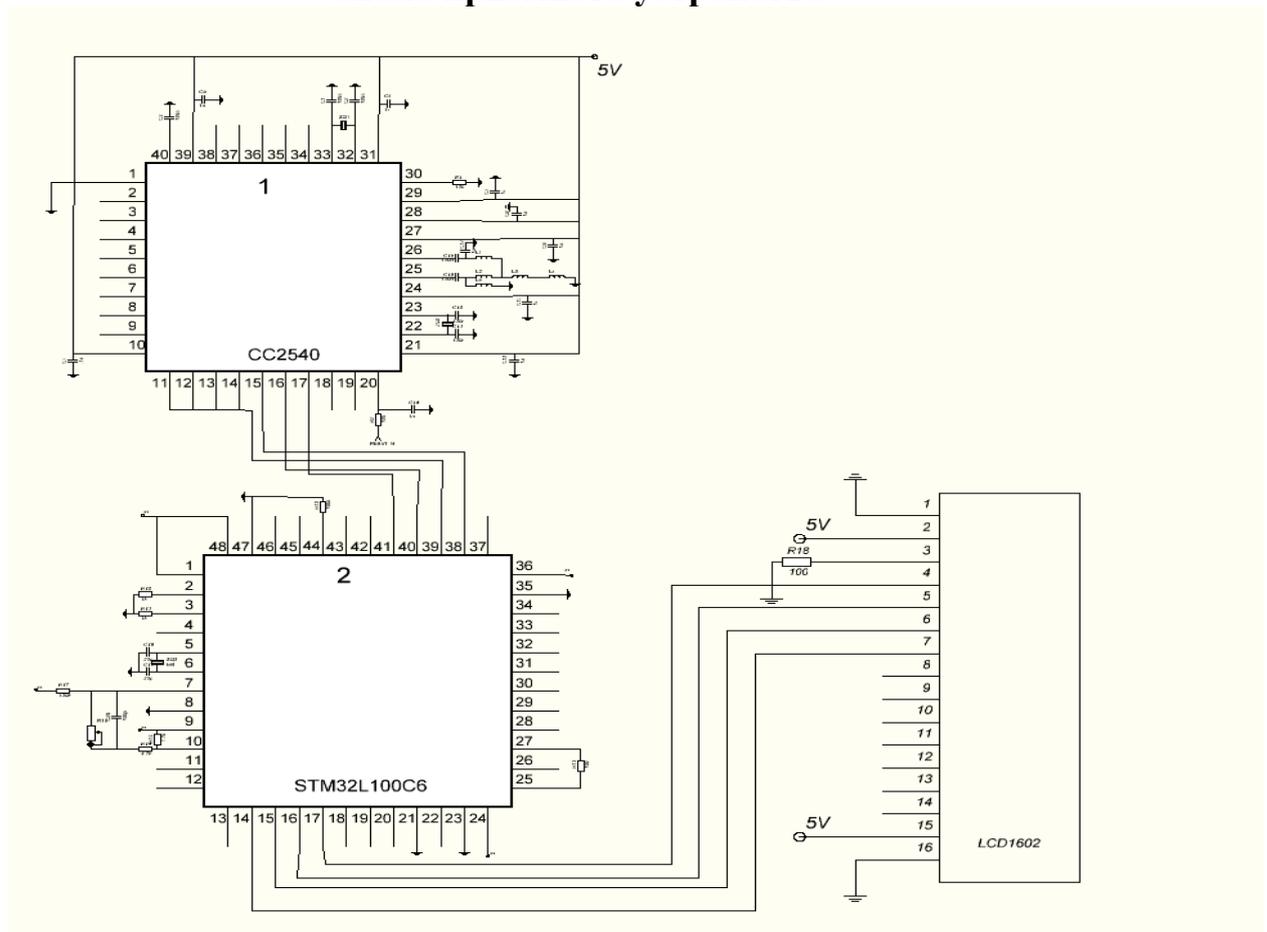
АЦП: ADS1291

МК: STM32L100C6

Передатчик: CC2540

Индикатор: LCD 12864

Схема приёмного устройства



Список информационных источников

1. Дубровский С.Л. Как собрать металлоискатель своими руками. – Спб.: Наука и Техника, 2010. – 256 с.: ил.
2. <http://cxem.net/mc/mc131.php>
3. <http://detstandart.ru/articles/metalloiskateli-istoriya-razvitiya.html>
4. Ермошин Н. И., Миляев Д. В. Вихретоковый металлоискатель с повышенной чувствительностью // Информационно-измерительная техника и технологии: материалы IV Научно-практической конференции, Томск, 15-17 Мая 2013. – Томск: ТПУ, 2013 – С. 134—137.
5. Адаменко М.В. Металлоискатели. М.: Издательский дом «ДМК-пресс», 2006. – 128 с.: ил.
6. Щедрин А.И. Новые металлоискатели для поиска кладов и реликвий. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 176 с.
7. Chi Y.M. Wireless non-contact cardiac and neural monitoring. Proceeding WH '10 Wireless Health, 2010. P. 15-23.
8. Лебедев В. В., Основы технологии конструирования приборов измерения и анализа биопотенциалов.
9. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ: Учеб. Пособие для вузов / А. Л. Барановский, А. Н. Калиниченко, Л. А. Манило и др.; Под ред. А. Л. Барановского и А. П. Немирко. — М.: Радио и связь, 1993. — 248 с.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ЦИФРОВОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ ДЛЯ ДОСМОТРОВОГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ

Ван Яньчжао

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Удод В.А., д.т.н., профессор, ведущий
научный сотрудник Российско-китайской научной лаборатории
радиационного контроля и досмотра*

Введение

Главнейшей проблемой третьего тысячелетия является безопасность, вследствие появления новой деструктивной силы – международного терроризма [1, 2]. Эффективность решения этой

проблемы неразрывно связана с уровнем оснащенности служб безопасности системами досмотрового контроля.

Согласно многочисленным публикациям (в частности - [3, 4]), на современном этапе развития среди различных видов досмотровых систем одно из лидирующих положений занимают системы цифровой рентгенографии (СЦР). Ниже представлено описание данных систем и основных направлений их совершенствования.

Системы цифровой рентгенографии для досмотрового контроля объектов

Основной принцип действия СЦР заключается в просвечивании объекта контроля (ОК) потоком рентгеновского излучения с последующей регистрацией и преобразованием прошедшего через ОК излучения (радиационное изображение ОК) в цифровой массив измерительных данных, который может подвергаться различным видам цифровой обработки и в дальнейшем воспроизводится на экране дисплея для визуального восприятия оператором [3].

Значительные усилия специалистов в сфере радиационного досмотрового контроля направлены на создание высокоэффективных источников и детекторов ионизирующего излучения, а также на разработку алгоритмов и программного обеспечения для обработки результатов регистрации излучения [5].

Для повышения эффективности досмотрового контроля во многих СЦР применяется метод дуальных энергий (МДЭ), основанный на оценке ослабления рентгеновского излучения ОК для двух источников, максимальные энергии которых подбираются специальным образом [6 - 8]. При помощи этого метода в содержимом ОК удастся разделять предметы по эффективному атомному номеру.

В [9] предложен способ определения параметров метода дуальных энергий, основанный на использовании предварительно рассчитанных или определенных экспериментальным путем зависимостей правых частей систем двух интегральных параметрических уравнений от двух искомых параметров в интересующих диапазонах их изменения.

В [10] приведены основы алгоритма, предназначенного для идентификации вещества ОК высокоэнергетическим методом дуальных энергий. Рассматриваются этапы алгоритма: формирование исходных цифровых радиографических изображений; калибровки; формирование конечных изображений метода дуальных энергий; классификация веществ различных фрагментов ОК.

В [11] разработано программное обеспечение, позволяющее осуществлять необходимую обработку интроскопических изображений и визуализацию результатов распознавания. Программный комплекс для восстановления интроскопических изображений с определением Z-функции на основе метода дуальных энергий дает возможность распознавания не менее четырех групп элементов и проведения детального анализа содержимого просвеченных объектов с помощью различных функций фильтрации, коррекции и улучшения интроскопических изображений.

В [12] предложен метод для мультивидного обнаружения предметов в рентгеновских изображениях дуальных энергий. Приведен эскиз для 4-видного рентгеновского сканера. 4 рентгеновских генератора сканируют ОК из разных точек, после чего получаются 2 изображения с высокой и низкой энергиями, соответственно, для каждого из 4 видов, т.е. получаются всего 8 энергетических изображений. Проведенные эксперименты подтвердили высокую эффективность предложенного мультивидного метода.

В [13] описана разработка СЦР на основе линейного ускорителя 3 МэВ / 6 МэВ для обнаружения контрабанды в авиационных контейнерах. Для ускоренного обнаружения подозрительного груза осуществляется просвечивание контейнеров под несколькими направлениями (мультивид). Для регистрации излучения используется линейка детекторов с размерами апертуры отдельного детектора 6×6 мм². Скорость перемещения (сканирования) составляет около 0,2 м/с. Время, затрачиваемое на получение изображений контейнера в двух ортогональных видах, примерно равно 40 с.

В [14] для повышения точности автоматического распознавания ядерных и взрывчатых материалов в досматриваемых объектах (контейнеры в морских портах и т.п.) с использованием МДЭ и высокоэнергетических источников рентгеновского излучения (с максимальной энергией от 2,5 МэВ до 9 МэВ) предложено осуществлять просвечивание объекта тремя веерными пучками. При этом каждый пучок формируется от отдельного источника излучения и регистрируется соответствующей линейкой детекторов, а центральные лучи двух из трех пучков взаимно ортогональны. Наряду с этим авторами также отмечается повышение актуальности задачи - оптимизации производительности и надежности досмотровых систем.

Выводы

1. Повышение эффективности СЦР для досмотрового контроля объектов связано с совершенствованием источников и детекторов рентгеновского излучения и разработкой специализированных алгоритмов цифровой обработки радиационных изображений.

2. Информативность досмотра может быть значительно увеличена при использовании в СЦР многоракурсного просвечивания объекта (схема мультивид) с одновременным использованием нескольких источников излучения и детекторных массивов.

3. Для повышения надежности обнаружения несанкционированных вложений в объектах целесообразно дальнейшее совершенствование алгоритмов идентификации веществ на основе методов дуальных энергий.

Список информационных источников

1. Ковалев А.А., Ковалев А.В. Технические средства антитеррористической и криминалистической диагностики / Под общей редакцией академика РАН В.В. Клюева. – Учебное пособие. – М. – 2011. – 200 с.

2. Клюев В.В., Бобров В.Т. Техническая диагностика – основа безопасности страны // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 5. – С. 55–61.

3. Лебедев М.Б., Сидуленко О.А., Удод В.А. Анализ современного состояния и развития систем цифровой рентгенографии // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 312. – № 2. – С. 47–55.

4. Буклей А.А. Исследования и создание портативной досмотровой рентгеновской техники и оборудования НК. Разработка технологии их применения // Контроль. Диагностика. – 2009. – № 4. – С. 76–80.

5. Клименов В.А., Касьянов В.А., Лебедев М.Б., Москалев Ю.А., Темник А.К., Штейн М.М., Чахлов С.В. / Современное состояние и перспективы создания конкурентоспособных на мировом рынке систем цифровой радиографии (СЦР) // Контроль. Диагностика. – 2011. – Специальный выпуск. – С. 25–29.

6. Macdonald Richard D.R. Design and implementation of a dual-energy X-ray imaging system for organic material detection in an airport security application. — Proc. SPIE, 2001, v. 4301, p. 31–41.

7. Park J.S., Kim J.K. Calculation of effective atomic number and normal density using a source weighting method in a dual energy X-ray inspection system. — Journal of the Korean physical society, 2011, v. 59, No. 4, p. 2709–2713.

8. Клименов В.А., Осипов С.П., Темник А.К. Идентификация вещества объекта контроля методом дуальных энергий.— Дефектоскопия, 2013, № 11, с. 40–50.

9. Osipov, S., Libin, E., Chakhlov, S., Osipov, O., Shtein, A. Parameter identification method for dual-energy X-ray imaging / // NDT and E International. – 2015. pp. 38-42.

10.Высокоэнергетический метод дуальных энергий для идентификации веществ объектов контроля / Чахлов С.В., Осипов С.П. // Контроль. Диагностика. 2013. № 9. С. 9-17.

11.Гавриш Ю.Н., Бердников Я.А., Спирин Д.О., Передерий А.Н., Сафонов М.В., Романов И.В. / Программный комплекс для восстановления интроскопических изображений с использованием метода дуальной энергии// Вопр. атом. науки и техн. — 2010. — № 3. — с. 123-125.

12.Multi-view object detection in dual-energy X-ray images / Baştan, M. // Machine Vision and Applications 26 (7-8), 2015. pp. 1045-1060.

13.X-ray cargo container inspection system with few-view projection imaging / Xinhui Duan, Jianping Cheng, Li Zhang, Yuxiang Xing, Zhiqiang Chen, Ziran Zhao // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 2009. – V. 598. – № 2. – P. 439–444.

14. Frosio I., Borghese N.A., Lissandrello F., Venturino G., Rotondo G. Optimized acquisition geometry for X-ray inspection.— Conference Record –IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference 2011 – 5944195, p. 300–305.

ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ИЗОЛЯЦИОННОЙ ОБОЛОЧКИ СЕКТОРНОЙ ЖИЛЫ НАКЛАДНЫМ ВТП

Ван Юй

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Гольдштейн А.Е., д. т. н., профессор кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Кабели и провода это важнейшие изделия. Кабельную промышленность отличают высокая технологичность, энергоёмкость, ресурсоёмкость и высокая степень автоматизации производства.

В соответствии с ГОСТ Р МЭК 60811-1-1-98 «Измерение толщин и наружных размеров - Измерение толщины и наружных размеров изоляции и оболочек кабелей», для жил секторной формы проводят

шесть измерений, как показано на рис. 1 (м.т. — минимальная толщина).[1]

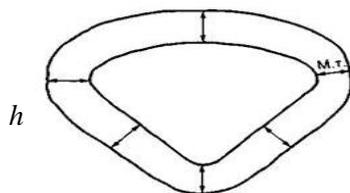


Рис. 1. Шесть точек измерения толщины изоляции для секторной жилы

Для измерения толщины изоляционной оболочки кабеля, применяются различные методы и средства. По сравнению с другими методами, вихретоковый метод обладает высокой скоростью контроля, малым влиянием внешних факторов, возможностью автоматизации процесса контроля.

Физические основы вихретокового метода измерительных преобразований

Контроль толщины изоляции при одностороннем доступе проводят накладным вихретоковым преобразователем ВТП, состоящим из возбуждающей ОБ и измерительной ОИ обмоток. Синусоидальный ток, протекающий по обмотке возбуждения, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электропроводящем объекте контроля (ОК). Магнитное поле вихревых токов воздействует на обмотки ВТП, наводя в них ЭДС. [2]

Экспериментальная часть

Целью эксперимента являлось экспериментальное исследование зависимости выходного напряжения вихретокового преобразователя от изменения расстояния между корпусом преобразователя и поверхностью жилы кабеля, формы поперечного сечения.

Если форма секторной жилы симметричная, то можно проводить эксперименты для четырёх точек. На рис. 2 приведена схема измерения толщины изоляции кабеля накладным вихретоковым преобразователем.

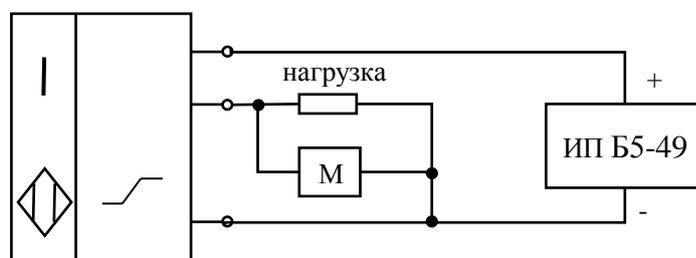


Рис. 2. Экспериментальная схема измерения толщины изоляции кабеля накладным вихретоковым преобразователем

В качестве преобразователей использованы преобразователи расстояния ВAW M18MG-UAC80F-S04G [3] и ВAW M12MF2-UAC40F-ВP03 [4]. Основные характеристики преобразователей приведены в таблице 1.

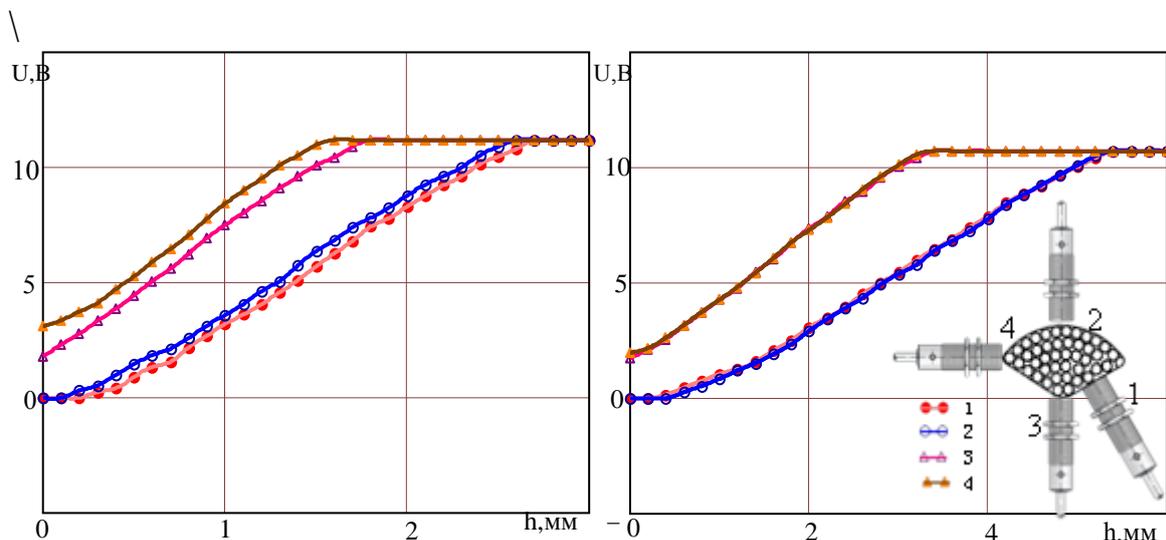


Рис. 3 Зависимости выходного напряжения от изменения зазора между корпусом ВТП ВAW M12MF2-UAC40F-ВP03 (слева) и ВAW M18MG-UAC80F-S04G (справа) для четырех точек поверхности жилы кабеля

По результатам эксперимента были построены зависимости выходного напряжения преобразователя от изменения зазора между корпусом ВТП для четырех точек поверхности жилы кабеля. Зависимости показаны на рис. 3 для преобразователей ВAW M18MG-UAC80F-S04G и ВAW M12MF2-UAC40F-ВP03.

Таблица 1. Основные характеристики преобразователей ВAW

Тип преобразователей	ВAW M18MG-UAC80F-S04G	ВAW M12MF2-UAC40F-ВP03
Линейная чувствительная зона (мм)	2—8	1—4
Диаметр(мм)	M18×1	M12×1
Нелинейность(мкм)	±180	±90

Структурная схема и разработка программной вычислительной обработки сигналов

Система, представленная на рис. 4, работает для измерения толщину изоляционной оболочки кабеля.

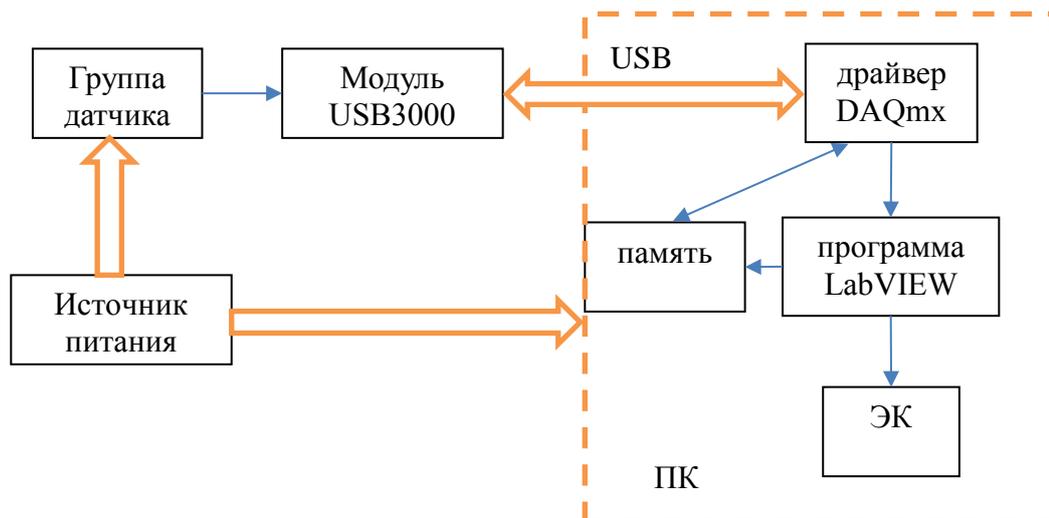


Рис. 4. Структурная схема

Датчик, который измеряет расстояние в электрическом напряжении, с аналоговым выходом. Для писания аналогового сигнала в компьютере, используем модуль USB-3000, модуль является универсальным устройством измерения. Высокое быстродействие позволяет исследовать широкополосные сигналы и быстропротекающие процессы.



Рис.5. Передняя панель

С помощью программы LABView, разработан данный прибор. Передняя панель показана на рис.5.

Используя образцы, толщина которых равна 1мм и 2.1мм, определить погрешность измерения. Для каждой точки, проводим 10 измерения, относительная погрешность измерительного значения от действительного значения рассчитаны. Из данных эксперимента, можно

сказать, что относительная погрешность измерения для каждой точки в пределах 3%. Таким образом, этот прибор надежный и точный, можно использовать для измерения толщины изоляционной оболочки секторной жилы кабеля.

Заключение

Изучены физические основы вихретокового метода и принцип вихретокового толщиномера. Доказана возможность использования вихретокового метода для измерения толщины оболочки секторной жилы, получены зависимости выходного напряжения вихретокового преобразователя от изменения расстояния между корпусом преобразователя и поверхностью жилы кабеля. С помощью LABView, реализовано непрерывное измерение толщины изоляционной оболочки секторной жилы кабеля с высокой точностью.

Список информационных источников

1. <http://leg.co.ua/info/kabeli/naznachenie-kabeley.html>, Назначение кабелей [электронный ресурс]. (дата обращения: 5.05.2015).

2. ГОСТ Р МЭК 60811-1-1-98 «Измерение толщин и наружных размеров - Измерение толщины и наружных размеров изоляции и оболочек кабелей».

3. Гольдштейн А.Е. Физические основы получения информации: учеб. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 292 с.

4. http://www.murri.fi/documents/balluff/BAW/BAWM18MG_UAC80F_S04G_en.pdf, Датчик расстояния индуктивный BAW M18MG-UAC80F-S04G [электронный ресурс]. (дата обращения: 25.02.2015).

5. http://www.sensotronik.se/pdf/01ind/BUF/BAWM12MF2_UAC40F_BP03_en.pdf, Датчик расстояния индуктивный BAW M12MF2-UAC40F-BP03 [электронный ресурс]. (дата обращения: 25.02.2015).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА «СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ» ДЛЯ ООО «ЛЭМЗ-Т»

Васильева А. Е.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Янушевская М. Н., ст. преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В настоящее время, чтобы устоять в условиях нового быстроразвивающегося рынка и жесткой конкуренции, многие организации стремятся уделить внимание процессу «Стратегическое управление». Почти в каждой среднестатистической организации, высшее руководство ставит перед собой цели на ближайшее будущее, но не все организации документируют этот процесс.

Каждое предприятие уникально, и, поэтому не существует единой одинаковой стратегии развития для каждой организации. Также не существует одинакового стратегического управления. Организации разрабатывают свою индивидуальную стратегию развития, так как они находятся на разных позициях в мировом рынке. Влияют также и динамика ее развития, конкуренты и их поведение, характеристики производимого товара или услуг, экономическое состояние и многое другое.

Таким образом, стратегическое управление — это управление организацией, которое опирается на человеческий потенциал как основу организации, а также ориентирует производственную деятельность на запросы потребителей, гибко реагирует и проводит своевременные изменения в организации, отвечающие вызову со стороны окружения и позволяющие добиваться конкурентных преимуществ, что в совокупности дает возможность организации выживать в долгосрочной перспективе, достигая при этом своих целей [4].

Данная статья опирается на выпускную квалифицированную работу, где разрабатывается стандарт организации для ООО «ЛЭМЗ-Т». В этом стандарте описывается процесс «Стратегическое управление», где излагается последовательность выбора стратегии развития и разработки стратегического плана развития организации. Для того чтобы описать данный процесс, прежде всего, необходимо выяснить что представляет собой стратегическое управление.

Стратегическое управление можно рассматривать как динамическую совокупность пяти взаимосвязанных управленческих процессов: анализ среды, определение миссии и целей, выбор стратегии

развития, выполнение стратегии развития, оценка и контроль реализации стратегии развития.

Эти процессы логически вытекают один из другого. Однако существует устойчивая обратная связь и соответственно обратное влияние каждого процесса на остальные и на всю их совокупность. В этом заключена важная особенность структуры стратегического управления. Данная совокупность наглядно показывает структуру стандарта организации «Стратегическое управление» для ООО «ЛЭМЗ-Т».

В самом общем виде стратегия развития - это генеральное направление действия организации, следование которому в долгосрочной перспективе должно привести ее к поставленной цели. [2]

Определить стратегию достаточно непросто. Для того чтобы определить стратегию развития для ООО «ЛЭМЗ-Т» был проведен SWOT-анализ (Рисунок 1) организации и сформулированы следующие вопросы, с которыми организация сталкивалась в ходе разработки процесса:

- какую деятельность стоит прекратить?
- какой деятельность стоит продолжить?
- какую деятельность стоит начать?

Наиболее распространенные, выверенные практикой и широко освещенные в литературе стратегии развития бизнеса называются базисными, или эталонными [1].

1) Стратегии концентрированного роста (стратегия усиления позиции на рынке, стратегия развития рынка, стратегия развития продукта).

2) Стратегии интегрированного роста (стратегия обратной вертикальной интеграции, стратегия вперед идущей вертикальной интеграции).

3) Стратегии диверсифицированного роста (стратегия центрированной диверсификации, стратегия горизонтальной диверсификации, стратегия конгломеративной диверсификации).

4) Стратегии сокращения (стратегия ликвидации, стратегия «сбора урожая», стратегия сокращения, стратегия сокращения расходов)

Процесс проектирования процесса «Стратегическое управление» и разработки стратегического плана развития для каждой организации индивидуален, но можно выделить типовые этапы, которые использовались в ООО «ЛЭМЗ-Т» (таблица 1) .



Рисунок 1. Схема проведения SWOT-анализа.

Таблица 1. Этапы проектирования процесса «Стратегическое управление» для ООО «ЛЭМЗ-Т».

1 этап	Проводится стратегическое исследование внешней и внутренней среды организации, с помощью стратегических методов, таких как SWOT-анализ, PEST-анализ или анализ пяти сил М. Портера и т. д. В результате составляют прогноз будущего состояния организации. Каждая организация выбирает методы проведения стратегического исследования индивидуально.
2 этап	Организация формулирует видение, миссию и стратегические цели. В любой организации, которая функционирует уже несколько лет, наверняка, уже есть миссия, видение и цели: Стратегические цели организация определяет на срок от 3-х до 5-ти лет. Это могут быть частные цели, которые направлены на определенное подразделение или проекты.
3 этап	В соответствии со стратегическими целями, организация выбирает вид и тип

	стратегии развития, чтобы в дальнейшем переработать ее.
4 этап	Для того чтобы переработать стратегию развития необходимо определить какой документ организация видит в выходе процесса. ООО «ЛЭМЗ-Т» разрабатывает стратегический план развития.
5 этап	Осуществляется контроль и корректирующие действия стратегического плана развития организации.

Таким образом, результатом процесса «Стратегическое управление» является стратегический план развития организации. Стратегия развития – это вектор развития организации, при следовании которому организация достигает поставленных стратегических целей. [3] Другими словами, стратегия развития включает в себя стратегический план, следуя которому организация осуществляет свою деятельность для достижения цели. При этом высшему руководству необходимо учитывать постоянно меняющуюся окружающую среду, чтобы быстро реагировать и менять направление стратегии.

Список информационных источников

1. Зуб А.Т. Стратегический менеджмент: учебник для бакалавров/ А. Т. Зуб – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 375 с. – Серия: Бакалавр, Базовый курс.
2. Дудин М.Н. Стратегический менеджмент: учебное пособие/ М.Н Дудин – 2-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2014. – 256 с. – (Бакалавриат).
3. Курлыкова А. В. Стратегический менеджмент: Учеб. Пособие. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2016. – 176 с.
4. Крымов С. М. Стратегический менеджмент: учеб. пособие для студ. Учреждений высш. проф. образования/ С. М. Крымов. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 208 с.

СПЕЦИФИКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Васильева С.С.

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Редько Л.А., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Среди множества факторов, определяющих эффективность деятельности организации, можно отметить освоение менеджментом современных концепций управления. Это обусловлено практической необходимостью повышения эффективности производства и улучшения качества продукции. Поэтому это актуально для многих организаций. Одной из современных управленческих концепций является «Бережливое производство» (БП).

Объектом исследования в работе выступает предприятие, основным видом деятельности которого является производство различных видов манометров. Манометры предприятия находят свое применение в энергетике, металлургии, нефтехимии, судостроении, железнодорожном транспорте и других отраслях народного хозяйства. Для повышения их конкурентоспособности на рынке высшим руководством предприятия было принято решение освоить методологию БП.

С помощью контрольных карты (X-MR карты и P-карты) была проведена оценка стабильности процесса производства манометров. Процесс находится в статистически управляемом состоянии.

Поэтому далее был проведен анализ рекламаций, поступивших от внешних потребителей за 2015 год. На основе этих данных, была построена диаграмма Парето, отображающая основные причины обращений потребителей в 2015 году. 80% всех несоответствий приходится на: сбой при транспортировании, некачественную сборку, пересортицу и ошибку менеджера.

Проблемой транспортировки уже занимается отдел качества. Поэтому было принято решение проанализировать сборочный участок, где возникают следующие несоответствия: некачественная сборка/регулировка, дефект сигнализирующего устройства и дефект механизма (16% от всех несоответствий). Затраты на ремонт за 2015 год, списанные на сборочный участок, составили 48000 рублей (это 20% от общей суммы затрат).

На первом этапе, было проведено ознакомление производственного персонала с основами концепции БП.

Второй этап – определение проблем и сбор данных. На основе наблюдений за производством, обсуждений с контролёром и бригадиром участка были собраны данные, относящиеся к процессу сборки. Была построена карта потока создания ценности текущего состояния процесса (КПСЦ).

КПСЦ показала, что процесс состоит из 16 операций. Общая продолжительность сборки механизмов (2300 шт.) составляет 3227 минут. Время создания ценности - 1357 минут. В процентном выражении это значение составляет около 42% от общего времени сборки. Это достаточно хороший показатель для БП, но все - таки большая часть процесса выполняется непроизводительно. Необходима его оптимизация. Непроизводительное время вызвано длительностью хранения готовых механизмов на участке в течение смены, простоями неиспользуемого оборудования, ожиданием деталей в связи с их отсутствием на складе и излишними перемещениями рабочего персонала.

Чтобы оценить рациональность организации производственного помещения, была построена диаграмма «Спагетти», на которую были нанесены траектории перемещений персонала при выполнении задания. Анализ показал, что планирование производственного участка нерационально. Рабочие совершают избыточные перемещения при переходе с одной операции на другую.

Так же было выявлено, что значительная часть оборудования (соответственно и рабочих мест) совсем не применяются в производственном процессе (около 40%). На участке присутствует как избыточное количество запасов некоторых деталей, так и нехватка других деталей.

На этой основе была составлена КПСЦ будущего состояния, отражающая реальные желаемые параметры производственного процесса сборки механизмов.

Далее было принято решение проанализировать несоответствия механизмов, выявляемых на данном участке с помощью диаграммы Парето. Анализ показал, что наибольшие потери возникают из – за поставки дефектных деталей с других участков и невнимательности производственного персонала.

В результате проведенного исследования было выявлено немало проблемных зон на сборочном участке. На основе полученных данных были намечены пути решения. Мероприятия по устранению выявленных потерь представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Потери и мероприятия по их устранению

№	Виды потерь	Характеристика	Мероприятия
1	Излишние запасы	1) На участке находится избыточное количество запасов деталей.	Применение инструмента Канбан (создание вытягивающей системы производства, реализация принципа «Just in time»)
		2) Избыточное количество пустых тар для готовых механизмов, что занимает значительную часть производственного помещения.	
2	Ожидания, простои	1) Ожидания деталей из-за: - отсутствия их на складе; - несвоевременной поставки к рабочим местам; - неточного количества поставки (так как на складе количество определяется не поштучно, а по весу).	Рациональное планирование производственного участка, ликвидация неиспользуемого оборудования
		2) Простои неиспользуемого в производственном процессе оборудования.	
3	Брак/дефект/ переделка	1) В результате контроля ОТК часть механизмов возвращаются на переделку (ежедневно).	Создание системы мотивации персонала за снижение уровня переделок (это повысит их внимательность к выявлению несоответствий в ходе выполнения операций)
		2) Первый рабочий день месяца – ремонт механизмов, вернувшихся из участка сборки манометров.	

№	Виды потерь	Характеристика	Мероприятия
		3) На участок поступают дефектные детали из механического цеха.	Провести работу с механическим участком, который поставляет дефектные детали (выявить корневые причины возникновения несоответствий)
4	Излишние перемещения	Нерациональное планирование производственного участка, расположения рабочих мест и оборудования.	Рациональное размещение рабочих мест и оборудования с помощью следующих инструментов: - «красные ярлыки»; - 5S (оконтуривание рабочих мест, ячеечное размещение инструментов и деталей); - визуализация (маркировка тар, стенды, информационные доски); - стандартизация (разработка кратких и понятных инструкций на каждую операцию).

Список информационных источников

- ГОСТ Р 56407-2015 «Бережливое производство. Основные методы и инструменты» / Нормативно-правовая база «Кодекс». - 2015. [электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200120649>
- Ягофаров А.А. Как выбрать стратегию по реализации программы «Бережливое производство» [Текст] / Ягофаров А.А.// Методы менеджмента качества. – 2013. – 12. – с. 4 - 9.
- Кравченко Е.В. Сравнительная оценка современных концепций управления: методический аспект [Текст] /Кравченко Е.В.//Методы менеджмента качества. – 2015. – 09. - с 5 - 8.
- Батурин Д.Л. Практические методы внедрения элементов бережливого производства [Текст] /Батурин Д.Л.//Методы менеджмента качества. -2014. - 07. – с. 10-15.

5. Рубинец П. Бережливое производство [электронный ресурс]: - 2014: <http://www.leaninfo.ru>

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКУПКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Величко К.Н.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Плотникова И. В., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

Управление закупками является важной функцией управления организацией, так как вносит огромный вклад в сохранение конкурентоспособности продукции путем предоставления качественных материалов в нужное время, в нужном месте, в требуемые сроки и от надежного поставщика. От качества выполнения процесса закупки зависит качество конечной продукции.

Эффективность процесса управления закупками предприятия обеспечивает согласование действий всех подразделений и должностных лиц. В число наиболее передовых методов по решению таких задач входит процессный подход.

Базовые требования процессного подхода, сформулированным в ГОСТ Р ИСО 9001-2015, применимые в любой сфере деятельности. Требования к процессам описаны в разделах 4.4-6, 8 этого стандарта. Основные требования:

1. определить входы и выходы и взаимодействие процессов;
2. применять методы, необходимые для результативного функционирования процессов;
3. определить необходимые ресурсы и обеспечить доступность;
4. определить ответственность, обязанности в отношении процессов;
5. учитывать риски и возможности;
6. оценивать и улучшать процессы и систему в целом.

Что касается непосредственно процесса закупки, базовые требования сформулированы в разделах 7,8 ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Основные требования:

1. организация должна обеспечить, чтобы процессы и их результаты, поставляемые внешними поставщиками, находились под контролем системы менеджмента качества;

2.учитывать влияние процессов, продукции и услуги, поставляемые поставщиками, на способность организации обеспечивать соответствие требованиям потребителям и законам и нормативам;

3.определить верификацию для обеспечения соответствия поставляемой продукции, услуги требованиям.

С точки зрения действующего законодательства системы управления закупками на предприятиях можно разделить на:

- Соответствующие ФЗ от 05.04.2013 №44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд»;

- Соответствующие ФЗ от 18.07.2011 №223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц».

Потребителями процесса снабжения являются высшее руководство предприятия, его производственные подразделения, технические и финансово-экономические службы, структурные подразделения, задействованные в выполнении процесса и выполнении процедур системы качества согласно организационной структуре системы качества и матрицы ответственности по технологической карте процесса.

Этапы процессного подхода в закупочной деятельности:

- Определения границ бизнес- процесса закупочная деятельность;
- Определение потребности в запасах и закупках;
- Определение владельца процесса;
- Работа с поставщиком и размещение заказа;
- Получение счета и его оплата;
- Получение материалов и его оприходование;
- Списание в производство.

Процесс закупки товаров желательно детально описать и систематизировать, по возможности упростить и автоматизировать, рекомендовать исполнителям четкие правила (регламент), организовать эффективную схему контроля.

Предметом исследования выступает регламентация процесса закупки ТМЦ для предприятия ЗАО СМУ «Дальэлектромонтаж» им. Г.А. Юзефовича. Проект регламента «О закупках ТМЦ»:

Учет изменения регламента

Содержание

- 1 Общие положения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины и сокращения
- 4 Управление процессом
- 5 Выполнение процесса закупки

- 5.1. Общий случай закупки
- 5.2. Закупка в исполнение договорных обязательств
- 5.3. Выдача и получение ТМЦ
- 5.4. Хранение ТМЦ
- 6 Риски процесса
- 7 Анализ и показатели процесса
- 8 Порядок внесения изменений
- 9 Формы документов

Приложение А Схема взаимодействия структурных подразделений при организации закупок ТМЦ

Таблица 1 Основные сведения по процессу

Наименование	Процесс закупки ТМЦ
Владелец процесса	Начальник отдела материально-технического снабжения
Вид процесса	Обеспечивающий
Пункт ГОСТ ISO 9001-2015	<p>п. 7.1 «Ресурсы»</p> <p>п. 7.1.5 «Ресурсы для мониторинга и измерения»</p> <p>п.7.5.1 Документированная информация признанная организацией необходимой для обеспечения результативности СМК.</p> <p>п. 8.1 «Планирование и управление деятельностью на стадиях жизненного цикла продукции и услуг»</p> <p>п. 8.4. «Управление процессами, продукцией и услугами, поставляемыми внешними поставщиками»</p>
Ресурсы	<ul style="list-style-type: none"> ➤ нормативные документы; ➤ персонал; ➤ финансы; ➤ инфраструктура.
Входы процесса	<ul style="list-style-type: none"> ➤ заявка на материалы; ➤ договора с заказчиками; ➤ определение потребности в закупках материалов, комплектующих, оборудования, услуг; ➤ технологическая документация;

Выходы процесса	<ul style="list-style-type: none"> ➤ приемный акт; ➤ записи о требовании ТМЦ; ➤ записи в журнале регистрации исходящей документации
Описание процесса	В данном документе
Критерии оценки процесса	<ul style="list-style-type: none"> ➤ своевременное оформление заявок; ➤ отклонения от заявленных сроков поставки; ➤ отсутствие срывов графиков производства работ по причине отсутствия материалов; ➤ своевременность поставки ТМЦ на склад; ➤ качество ТМЦ
Методы измерения	<ul style="list-style-type: none"> ➤ анализ записей ➤ анализ выполнения закупок по количеству

Для автоматизации управления закупочной деятельностью существуют множество программных компонентов, таких как:

Naumen, iTender-ПРОИЗВОДСТВО, управление закупками на базе «1С: Предприятие» и т.п.

Применяя предложенную программу к системе управления закупками на предприятии, компании могут значительно улучшить как оперативную, так и управленческую деятельность, сделаться более гибкими и конкурентоспособными в современных рыночных условиях.

Список информационных источников

1.ГОСТ Р ИСО 9001:2015 Системы менеджмента качества. Требования.

2.[Электронный ресурс]. - Официальный сайт компании «КонсультантПлюс» 2016.- Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_116964/ Загл. с экрана.

3.Елиферов В.Г., Репин В.В. Процессный подход к управлению: моделирование бизнес-процессов. - М.: Манн, Иванов, Фербер, 2013, 544 с.

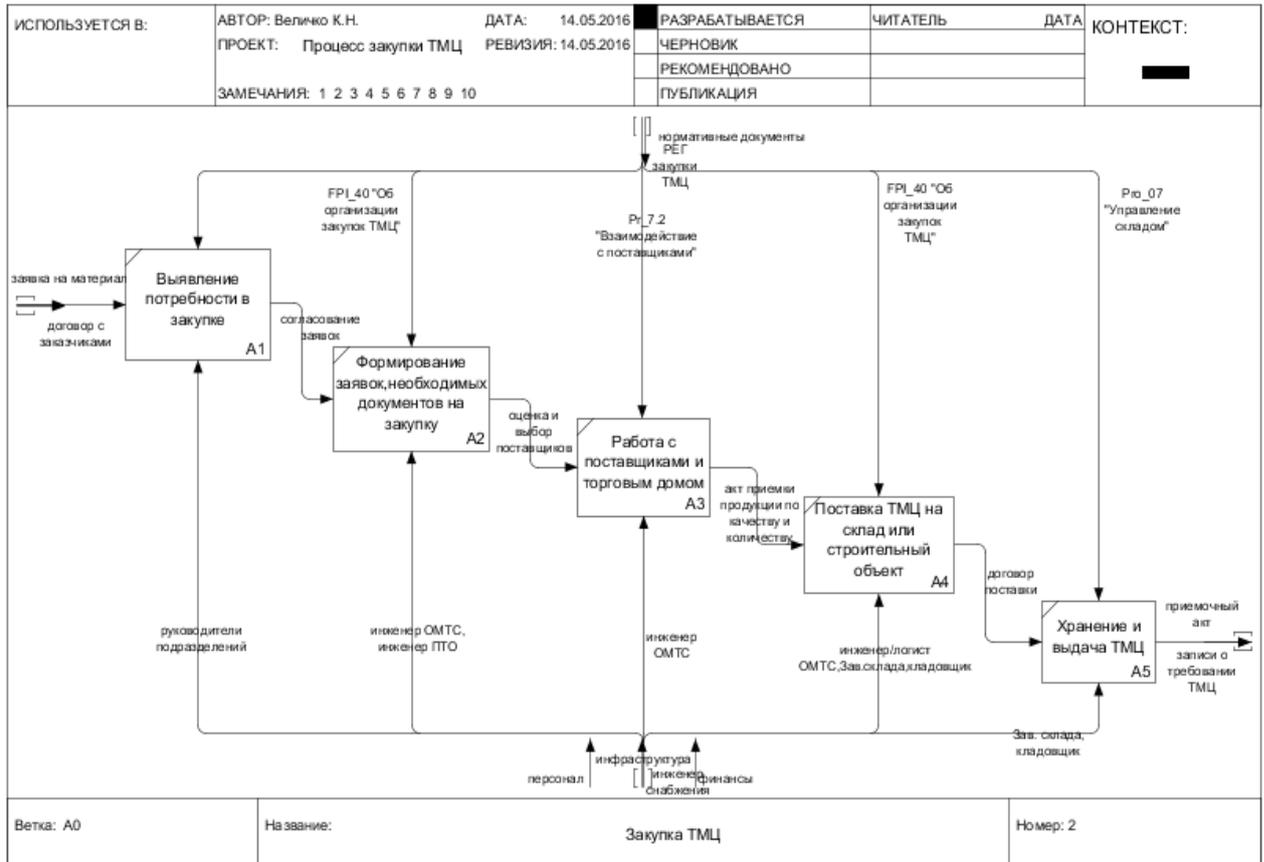


Рисунок 1 Схема декомпозиции процесса закупки

НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС НА НАНОСЕНСОРАХ

Ворона Р.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Авдеева Д.К., д.т.н., профессор кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

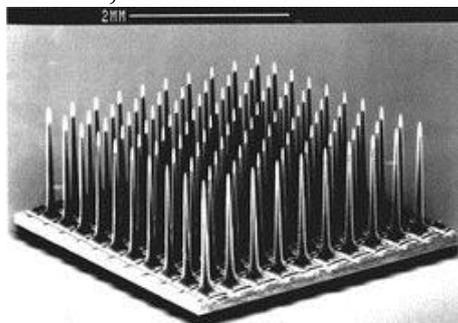
Любой человек не защищен от случаев, в результате которых он может потерять конечность или способность самостоятельно передвигаться. После потери конечности с человеком происходят значительные как психологические, так и физические изменения. Наиболее трудно ему приходится после потери верхних конечностей. Человек без руки не может делать то, что раньше казалось естественным и не требовало никаких усилий. В таких случаях протезирование позволяет людям вернуться к полноценному образу жизни: работать, заниматься спортом, готовить и многое другое. Одной из проблем, которой занималась и продолжает заниматься медицина, является проблема исцеления увечий и физиологических недостатков

человеческого тела. Когда вначале 2000-х, нейробиологи создали нейрокомпьютерный интерфейс, у парализованных людей появилась надежда на то, что чувствительность и подвижность могут вернуться к ним — хотя бы и в виде искусственных конечностей [1].

В 1929 году немецкому врачу-нейрофизиологу Хансу Бергеру впервые удалось снять показания электроэнцефалографа и подтвердить гипотезу о том, что действия человека всегда связаны с повышением активности отдельных зон коры головного мозга [2]. С тех пор многие исследователи неоднократно хотели научиться "читать мысли", пытались расшифровать электроэнцефалограмму. Но мешали технические причины: недостаточное пространственное разрешение электроэнцефалографов (то есть не удавалось в подробностях получить картину распределения потенциалов), а также отсутствие возможности хранить и обрабатывать в режиме реального времени огромные массивы данных. Развитие технологий в конце XX – начале XXI века [3], такой как микропроцессорная техника, позволило по-новому взглянуть на перспективы техники. Миниатюризация микропроцессорной техники и увеличение её мощностей позволило подробно изучить электрическую активность мозга, и открыла возможность управления электрическими устройствами при помощи мысли.

Под нейрокомпьютерным интерфейсом понимают устройство, которое позволяет расшифровать нейронные сигналы мозга, относящиеся к какой-то части тела — скажем, к руке или ноге. Но для этого нужно знать, какие нейроны управляют конечностями и что именно они командуют своими сигналами. И если узнать всё это, то можно научить мозг управлять искусственной ногой или рукой, как своей собственной. Существует несколько конкурирующих между собой подходов к созданию нейрокомпьютерных интерфейсов. По способу передачи электрических сигналов от мозга к компьютеру. Так называемые инвазивные системы основаны на вживлении в нужные участки мозга матрицы из сверхтонких электродов (рисунок 1.а.). Однако вживление матрицы электродов требует небезопасной хирургической операции. К тому же остается открытым вопрос о долговременной биосовместимости материала электродов и мозговой ткани. Неинвазивные системы основаны на улавливании электрических сигналов мозга с поверхности кожи головы (рисунок 1.б.). Иными словами, в них используется та самая электроэнцефалограмма (ЭЭГ) которую можно сделать в любой современной больнице. Конечно, проходя сквозь кости черепа и кожу, электрические сигналы мозга существенно ослабляются и искажаются, поэтому неинвазивные интерфейсы уступают инвазивным по точности выполнения

“бинарных” команд (вверх-вниз, включить-выключить). Соответственно, пациентам, использующим неинвазивные интерфейсы, требуется более длительная тренировка. Однако эти недостатки компенсируются безопасностью неинвазивных интерфейсов. и, возможно, за неинвазивными интерфейсами будущее.



а)



б)

Рисунок 1: а) Имплантируемая электродная матрица — основа инвазивного нейроинтерфейса. б) Датчики для снятия электроэнцефалограммы объединены в шлем

Сейчас нейрокомпьютерные технологии стремительно развиваются. Они нашли свое место в реабилитационной медицине [4], в создании протезов, управляемых не путем подключения к периферическим нервам или мускулатуре, а сигналами, исходящими непосредственно от головного мозга.

В нейрокомпьютерном интерфейсе, в качестве исходной информации для управления протезом используется сигнал, снятый с поверхности кожи головы (ЭЭГ). Для проведения ЭЭГ на голове фиксируются электроды, которые соединяются проводами с системой управления протезом. Аппарат усиливает потенциалы, полученные с датчиков в сотни тысяч раз, и записывает их в память компьютера. Международная федерация обществ электроэнцефалографии приняла так называемую систему "10-20", позволяющую точно указывать расположение электродов. В соответствии с этой системой у каждого испытуемого точно измеряют расстояние между серединой переносицы и твердым костным бугорком на затылке, а также между левой и правой ушными ямками. Возможные точки расположения электродов разделены интервалами, составляющими 10% или 20% этих расстояний на черепе. При этом для удобства регистрации весь череп разбит на области, обозначенные буквами: F — лобная, O — затылочная область, P — теменная, T — височная, C — область центральной борозды. Нечетные номера мест отведения относятся к левому, а четные — к

правому полушарию. Буквой Z — обозначается отведение от вершины черепа. Это место называется вертексом.

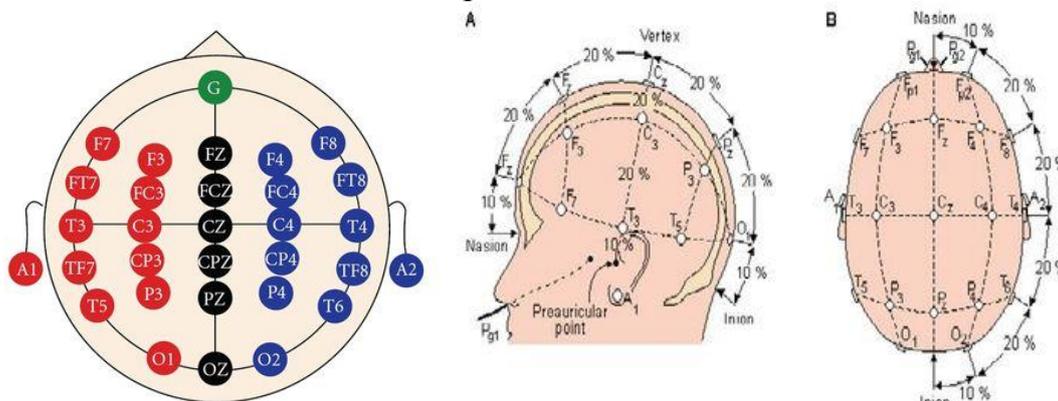


Рисунок 2: Схема расположения электродов на голове пациента.

Сущность такого способа управления протезом заключается в регистрации с помощью поверхностных электродов сигнала электрической активности мозга, затем осуществляется обработка сигнала при помощи входных цепей усилителя и преобразование его в цифровой код, цифровой код анализируется микроконтроллером блока управления и преобразуется в команду для исполнительного механизма протеза (Рис. 2) [5].

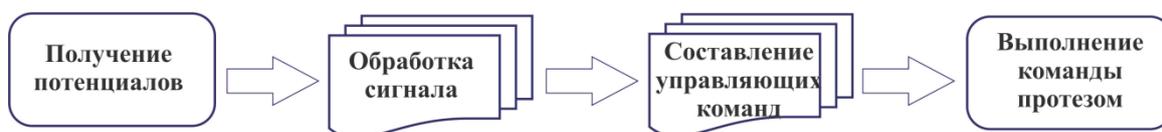


Рисунок 3. Блок-схема работы системы управления протезом

Как уже было сказано ранее, инвазивные нейрокомпьютерные интерфейсы опасны для жизни, так как требуется нейрохирургическая операция. Кроме того, стоимость таких операций на людях очень высока. При использовании ЭЭГ, регистрируемой на поверхности головы, подключение к отдельным нейронам невозможно. Для того чтобы в ЭЭГ возникло совсем небольшое изменение амплитуды электрического сигнала, требуется синхронная активация десятков и сотен тысяч нейронов. В противном случае сигнал не будет пропущен "фильтром", который состоит из других нейронов, кровеносных сосудов, мозговых оболочек, костей черепа, подкожной ткани и кожи. Поэтому создание чувствительных датчиков является приоритетной задачей. В данный момент в Томском политехническом университете имеются разработки наносенсоров, создание неинвазивного

нейрокомпьютерного интерфейса на их основе является перспективной разработкой.

Список информационных источников

1. Monkeys Use Minds to Move Two Virtual Arms // http://corporate.dukemedicine.org/news_and_publications/news_office/news/monkeys-use-minds-to-move-two-virtual-arms

2. Крепкий, Р.С., Ласков П.Д., Курио Г.А., Бланкерц Б.В. По моему хотению... Берлинский нейрокомпьютерный интерфейс// Наука и жизнь 2004 - №11.

3. von Neumann, J., 1945. First Draft of a Report on the EDVAC
URL: sites.google.com/site/michaeldgodfrey/vonneumann/vnedvac.pdf?attredirects=0&d=1

4. Медицинский факультет Северо-Западного университета (США)
// Официальный сайт Northwestern University Feinberg School of Medicine
URL: http://news.feinberg.northwestern.edu/2012/04/brain_machine/

5. Чернышев А.А., Мустецов Н.П. Алгоритм управления многофункциональным протезом руки // Информационные технологии в медицине. - 2014. - №122. - С. 167-172.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ТЕРМОГРАММ

Го Вэньцзя

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Ширяев В.В., к.т.н., ведущий инженер
лаборатории тепловых методов контроля*

В данной работе показано, что возможно применение вейвлет-анализа для обработки последовательностей термограмм с целью повышения достоверности результатов контроля методами активного теплового неразрушающего контроля. Для вейвлет-анализа были использованы Гауссовы вейвлеты, например, вейвлет «мексиканская шляпа».

Описание образца

Для экспериментальных исследований был изготовлен образец из стеклопластиковых пластин с толщиной 8 мм. Распределение дефектов показано ниже.

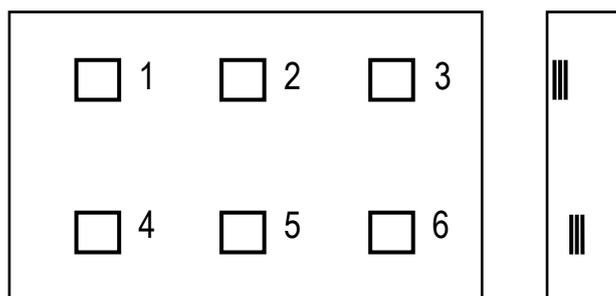


Рис. 1. Схема образца

Экспериментальные установки

Экспериментальные установки включали в себя образец, источники оптического нагрева с двумя 1 кВт галогеновыми лампами мощностью 2 кВт, тепловизор NEC, персональный компьютер с программой управления экспериментом и программой обработки термограмм и т.д. Установки настроены на проведение исследований при одностороннем тепловом неразрушающем контроле.

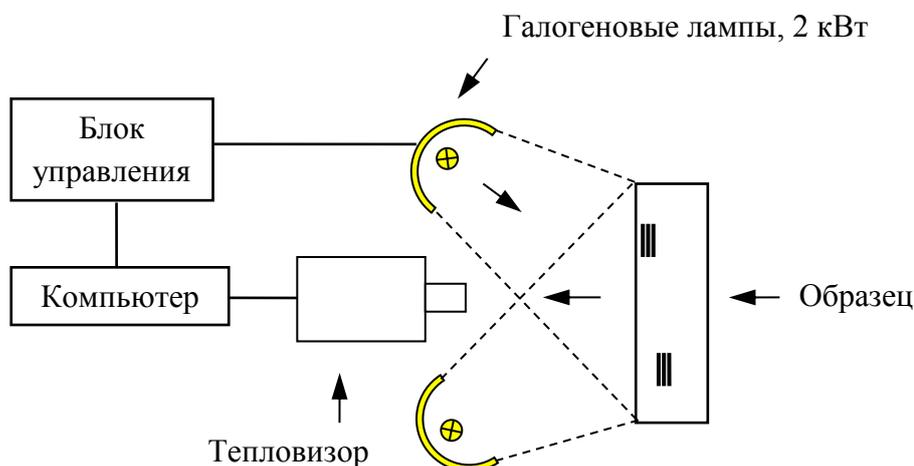


Рис. 2. Схема эксперимента с двумя 1 кВт лампами

Расчет параметров циклического нагрева в АТНК образца

Расчет времени тепловой диффузии

По формуле $t_{m.д} = L^2 \cdot \pi / a$, рассчитала время тепловой диффузии, где $a = 2.16 \times 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, $t_{m.д}$ — время тепловой диффузии, L — расстояние от дефекта до поверхности.

Таблица 1

N	L(мм)	$t_{т.д.}$ (с)	n(кадр)
1	1	14.544	7.272
2	1.5	32.725	16.362
3	2	58.178	29.089
4	2.5	90.903	45.451
5	3	130.9	65.45
6	3.5	178.169	89.085

Сравнение между однократным нагревом и циклическим нагревом

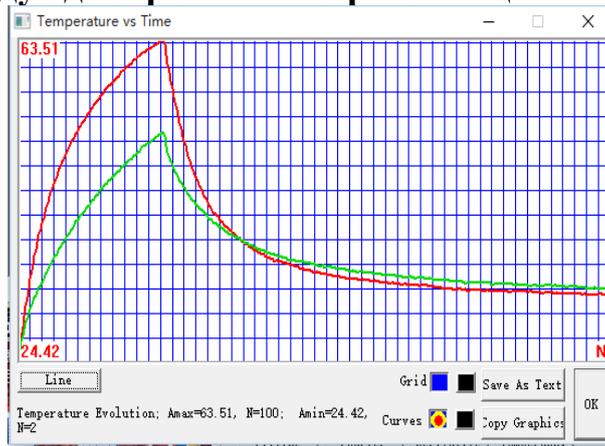
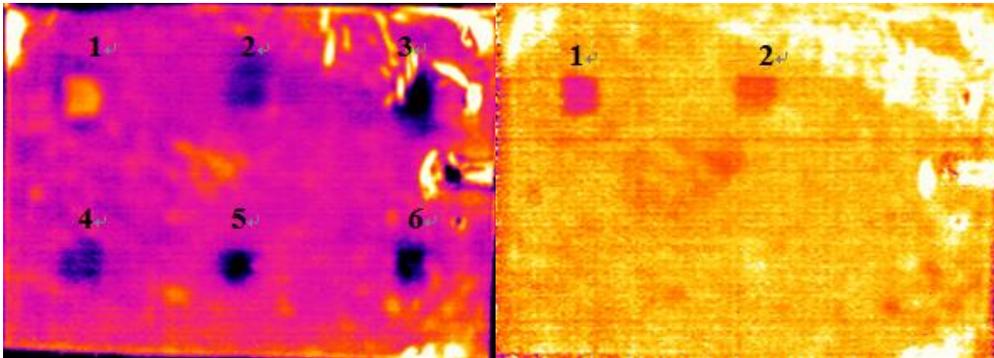


Рис. 3. Однократный нагрев



а)

б)

Рис. 4. Восстановленные термограммы, при применении вейвлета Морле а)100с нагрев при $a=100$, $b=200$, б)10с нагрев при $a=50$, $b=100$.

Таблица 2

N	1	2	3	4	5	6
SNR	77.288	29.538	13.173	23.473	30.292	72.033

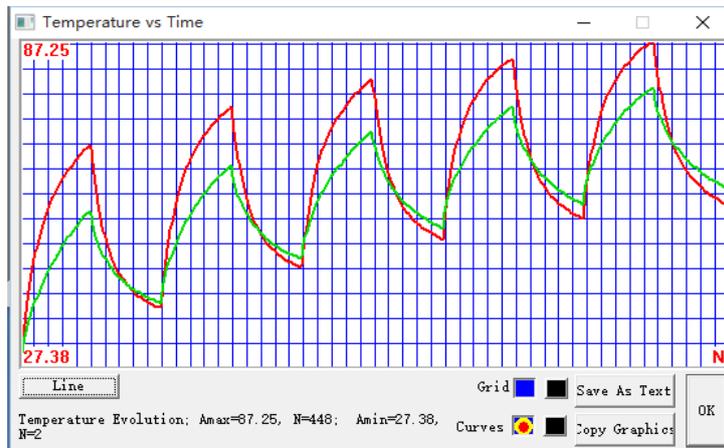


Рис. 5. Циклический нагрев

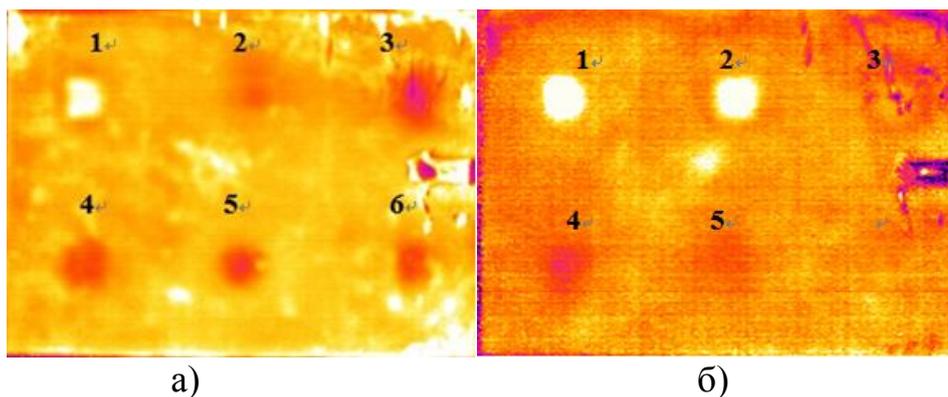


Рис. 6. Восстановленные термограммы, при вейвлет морле а)100с нагрев при $a=100$, $b=200$, б)10с нагрев при $a=200$, $b=100$.

Таблица 3

N	1	2	3	4	5	6
SNR	61.929	28.658	24.92	16.909	25.165	13.147

Список информационных источников

- 1.Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль //М.: ИД Спектр, 2013. Издание: 2-е.— 544 с: ил. и цветная вкладка 24 с.
- 2.П.В. Козлов, Б.Б. Чен. Вейвлет-преобразование и анализ временных рядов // [Вестник КРСУ / № 2, 2002 г.](#)
- 3.Витязев В.В. Вейвлет-анализ временных рядов: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. Ун-та, 2001. – 58 с.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ МИКРОКОМПЬЮТЕРА BEAGLEBONE BLACK

Гопоненко А.С., Ковалев М.К.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Юрченко А.В., д.т.н., профессор кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Развитие технологий последних лет в области микрокомпьютеров, коммуникационных технологий и сенсоров дало начало глобальному тренду интернета вещей [1]. Такой интернет интенсивно расширяется, в настоящее время к интернету вещей в первую очередь причисляют такие базовые понятия как умный город и умный дом. Базовой ячейкой в таких системах является микрокомпьютер – центральное

управляющее устройство, малый размер которого и высокая производительность позволяет управлять различными системами.

В этой связи ориентированность современного общества на экологичность требует создания новых ресурсоэффективных технологий с использованием встроенных систем, что находит свое применение в современном освещении городов [2]. Так, классические системы освещения могут потреблять больше на 80 % энергии, чем усовершенствованные интеллектуальные системы освещения [3]. Таким образом, разработка интеллектуальной системы освещения является актуальной задачей и перспективным направлением развития систем освещения.

В данной статье рассматривается разработка интеллектуальной системы освещения, удовлетворяющая следующим требованиям:

1. Каждая лампа системы работает автономно и не требует настройки.
2. Система может легко коммутировать с другими системами города и легко быть встроенной в городскую систему.
3. Система распределена по узлам, то есть не существует центрального контролирующего элемента.
4. Состояние работы системы зависит от внешних факторов, таких как интенсивность дорожного движения и погодные условия.

Предлагаемая схема интеллектуальной системы освещения (рис. 1) состоит из узлов, подключенных к светодиодным фонарям и состоящих из микрокомпьютера Beaglebone, модулей детектирования и коммуникации. В качестве центрального управляющего устройства выступает микрокомпьютер Beaglebone.

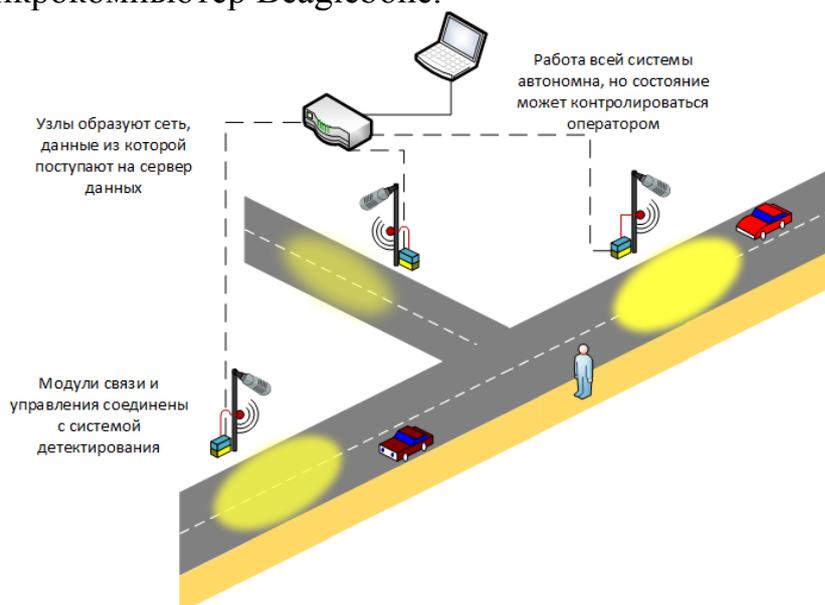


Рисунок 1 – Схема интеллектуальной системы освещения

Каждой лампе соответствует система коммуникации и детектирования. Система коммуникации служит для связи элементов узла, а также позволяет передавать информацию на другие узлы системы. Система детектирования необходима для определения интенсивности дорожного движения, создаваемого автомобильными средствами и пешеходами, а также изменения погодных условий.

Системы детектирования и коммуникации

Детектирование изменения интенсивности движения возможно следующими датчиками движения: ультразвуковой, инфракрасный, СВЧ и комбинированный. Была разработана экспериментальная установка для определения быстродействия датчиков движения (рис. 2), так как данный параметр необходимо учитывать при определении движения с разной скоростью [4]. Основные элементы экспериментальной установки – это микрокомпьютер BeagleBone Black, инфракрасный датчик DP104, ультразвуковой датчик SRF08, комбинированный датчик Сокол-3, блок питания с выводами 5 В, 12 В.

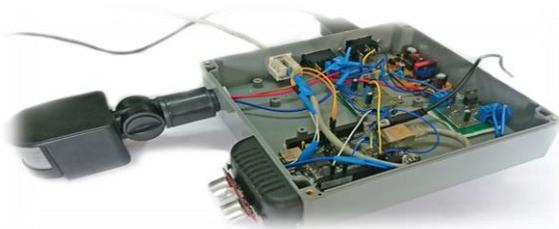


Рисунок 2 – Экспериментальная установка
Результаты исследования представлены на рис. 3.

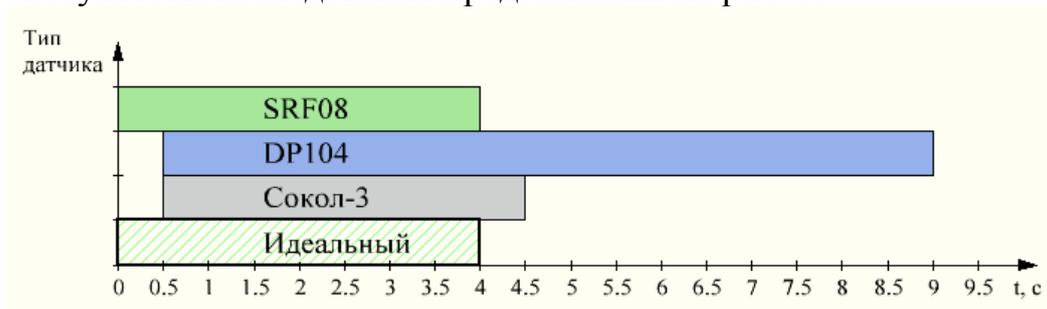


Рисунок 3 – Результаты исследования быстродействия датчиков

Самым оптимальным вариантом для использования при определении движения автомобилей является ультразвуковой датчик SRF08, при этом самые надежные результаты были получены с помощью комбинированного датчика Сокол-3, который может применяться при определении движения пешеходов.

Также был проведен анализ коммуникационных технологий для определения оптимальной с целью использования в интеллектуальной системе освещения. Результаты представлены в Табл. 1 [5].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика стандартов передачи данных

	PLC	Zigbee	Wi-Fi	Bluetooth
Скорость передачи	14 Мб/с	20-250 кб/с	11/54 Мб/с	720 кб/с
Число элементов сети	16	До 65000	32	7
Расстояние действия	120 м	100 м	100 м	10 м
Время работы батареи	N/A	100-1000 д.	1-5 д.	1-7 д.

Наиболее оптимальной проводной технологией передачи данных является PLC, а среди беспроводных технологий – это Zigbee.

Программной частью системы коммутации является автокофигурирование для определения координат узлов и дальнейшей связи между ними. В качестве сетевого протокола используется IPv6.

Принцип работы интеллектуальной системы освещения

В процессе работы системы происходит постоянный опрос состояния датчиков и в случае обнаружения определенного события выполняется алгоритм:

1. Отправить сообщение о движении на соседние узлы.
2. Включение $N = \rho \cdot S$ фонарей впереди объекта и 1 фонарь до объекта, где ρ – плотность размещения фонарей, S – расстояние, минимум равное расстоянию до следующего перекрестка, максимум – 100 м для пешеходов, 300 м для автомобилей.
3. Выполняется непрерывный мониторинг движения объекта.
4. При удалении объекта от включенного фонаря больше чем на S происходит выключение данного фонаря.

Включение фонаря подразумевает изменение освещенности: для пешехода - от $0,1E$ до $0,4E_{max}$, для автомобиля – от $0,1E$ до E_{max} . При этом сценарий для автомобиля является приоритетным для выполнения в случае конфликта выполнения.

Выводы

В ходе разработки интеллектуальной системы освещения были исследованы различные варианты для применения в качестве блоков детектирования и коммуникации интеллектуальной системы освещения. Были выбраны наиболее оптимальные технологии и разработан алгоритм работы системы освещения.

Разработанная модель интеллектуальной системы освещения осуществляет адаптивное управление освещением. Применение системы позволит снизить затраты электроэнергии на освещение улиц города без нарушений требований безопасности, а также снизить затраты на эксплуатацию.

Список использованных источников

1. Cenedese, A. Zanella, L. Vangelista, M. Zorzi. Padova Smart City: An Urban Internet of Things Experimentation // Proc. of the 3rd IoT-SoS Workshop

2. Asim Kar and Anuradha Kar. New generation illumination engineering-An overview of recent trends in science & technology" // First International Conference Automation, Control, Energy and Systems (ACES), pp. 1-6

3. T. Novak; H. Zeilinger; S. Schaat. Increasing Energy Efficiency with Traffic Adapted Intelligent Streetlight Management // IECON 2013 - 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2013, pp. 6087 - 6092

4. А.С. Гопоненко, И.Г. Матвеев, А.В. Юрченко, М.К. Ковалев. Разработка системы детектирования для интеллектуальной системы освещения на основе микрокомпьютера Beaglebone // Ползуновский вестник. - 2015 - №. 3. - С. 126-129

5. F. Leccese, M. Cagnetti, D. Trinca. A Smart City Application: A Fully Controlled Street Lighting Isle Based on Raspberry-Pi Card, a ZigBee Sensor Network and WiMAX // Sensors 2014, 2014, pp. 24408-24424.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРДЦА

Дементьев Д.О.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Лежнина И.А., к. т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

В неразрушающем контроле одним из перспективных направлений является «медицинское приборостроение». С помощью медицинских приборов для исследования биоэлектрической активности сердца человека можно выявить: пороки сердца, ишемическую болезнь миокарда, аритмию и т.д.

Цель работы - приобрести знания о методах исследования биоэлектрической активности сердца человека;

Задачи исследования:

- обзор методов исследования биоэлектрической активности сердца человека;

- привести таблицу преимуществ и недостатков каждого метода

Методы исследования биоэлектрической активности сердца подразделяются на:

- метод электрофизиологического картирования,

- суточное мониторирование по Холтеру,

- велоэргометрия и тредмил,

- электрофизиологическое исследование сердца,

- электрокардиография.

Метод электрофизиологического картирования позволяет определять патологические процессы в сердце еще в бессимптомный период, на ранних стадиях болезни. Данный метод основан на использовании большого количества электродов до 80шт, с последующей цифровой обработкой полученных результатов. [1]

Суточное мониторирование по Холтеру применяют для выявления скрытых нарушений ритма сердца и выявления ишемии миокарда, в течение 24 часов, так как происходящие нарушения работы сердца могут отсутствовать в момент проведения обычного ЭКГ, (которое длится 5 – 7 минут). Этот метод Холтер улавливает, фиксирует и записывает в какое время и какие именно нарушения в сердце, имеют место у данного пациента. [2]

Велоэргометрия и Тредмил – это тесты с дозированной физической нагрузкой, проводят индивидуально с учетом пола, возраста, веса, роста и состояния здоровья под постоянным контролем артериального давления, ЭКГ и самочувствия больного.

Для этого используется стационарный велосипед, который увеличивает нагрузку на сердце. Целью велоэргометрии является – выявить скрытую сердечно-сосудистую недостаточность (ишемическую болезнь миокарда) и порог активности физической нагрузки, при которой сердце начинает чувствовать себя не комфортно. [2]

Тредмил представляет собой беговую дорожку, которая может устанавливаться под разным углом, в зависимости от сложности физической нагрузки. После проведения теста, больному выдают расшифровку результатов исследования. [2]

Электрофизиологическое исследование сердца - это процедура записи потенциалов с внутренней поверхности сердца. Используются

электроды – катетеры и аппаратуру для регистрации. [3] ЭФИ позволяет выявить источник и причину аритмии, а также уточнить ее локализацию.

Электрокардиография — методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца. Результатом ЭКГ является получение электрокардиограммы, на которой отображены разности потенциалов, действующие по поверхности тела. На ЭКГ показывается усреднение всех векторов потенциалов действия, возникающих в определённый момент работы сердца.

Таблица результатов сравнения методов исследования биоэлектрической активности сердца, приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки методов диагностики биоэлектрической активности сердца человека

Методы	Достоинства	Недостатки
ЭКГ	Быстрота; дешевизна; информативность; использование дома.	Требуется расшифровка специалистом Электрокардиограммы
Суточное мониторирование по Холтеру	Детальное исследование; компактность прибора; ведение обычной жизнедеятельности; дешевизна;	Длительное время исследования - не менее суток;
Велоэргометрия и Тредмил	Исследование активности с дозированной нагрузкой	Необходимость наблюдения врачей; дороговизна;
Электрофизиологическое исследование	Диагностика и лечение;	Требуются специальные электроды и аппаратура для регистрации;

Список информационных источников

1.Бердников А.В., Семко М.В., Широкова Ю.А. Медицинские приборы, системы и комплексы. Казань, 2004. 176 с.

2.Немирко А. П., Першин Н. Н., Пожаров А. В., Попечителей Е. П., Романов. Учебное пособие// Биотехнические решения С. В. ГОУ ОГУ, 2008 г., 204 стр.

3.Д.К. Авдеева, В.В. Дмитриев. Электрокардиографические хлорсеребряные электроды // Медицинская техника. – М., 1984 - № 1. – С. 31.

ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СЕТИ МЕДИЦИНСКИХ ЭЛЕКТРОДОВ

Е Чжибин

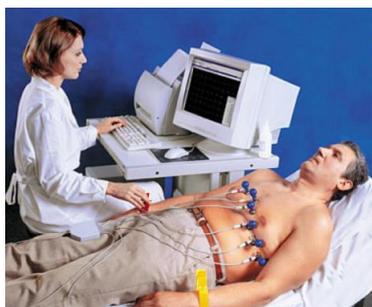
Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Лежнина И.А., к. т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Сердечно-сосудистые заболевания являются распространенными и социально значимыми заболеваниями во всем мире, поэтому необходимо применить надежную и удобную систему для наблюдения за состоянием пациента.

Электрокардиография является электрическим проявлением сократительной активности сердца и может быть достаточно легко записана с помощью поверхностных электродов, помещенных на конечности или на грудь.

В данном направлении многое уже сделано. В больнице, врачи используют традиционные приборы для измерения ЭКГ такие, как SCHILLER CARDIOVIT AT-12. Ещё существует несколько типов портативных измерительных приборов для ЭКГ, например, Кардиометр-МТ, Миокард-12, Heart ViewP12/8 Plus и другие. Но когда измеряют ЭКГ, из-за проводов пациенту необходимо стоять и держать прибор. Все эти факты свидетельствуют о необходимости применения более удобных систем для наблюдения за состоянием пациента. Одно из решений - разработка беспроводного датчика ЭКГ.



Традиционные приборы



Портативные приборы
Рис.1 Обзор измерителей



Беспроводный датчик ЭКГ

акая разработка решит проблему неудобства при измерении ЭКГ. Это устройство крепится на одноразовом электроде, а электрод к телу пользователя – как пластырь. Его размеры и вес не большие. Основные три части устройства: аналого-цифровой модуль, цифровой модуль управления, модуль беспроводной передачи сигнала.

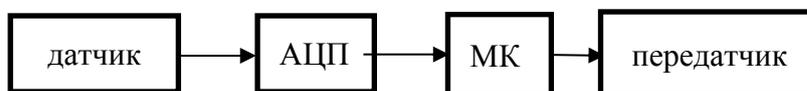
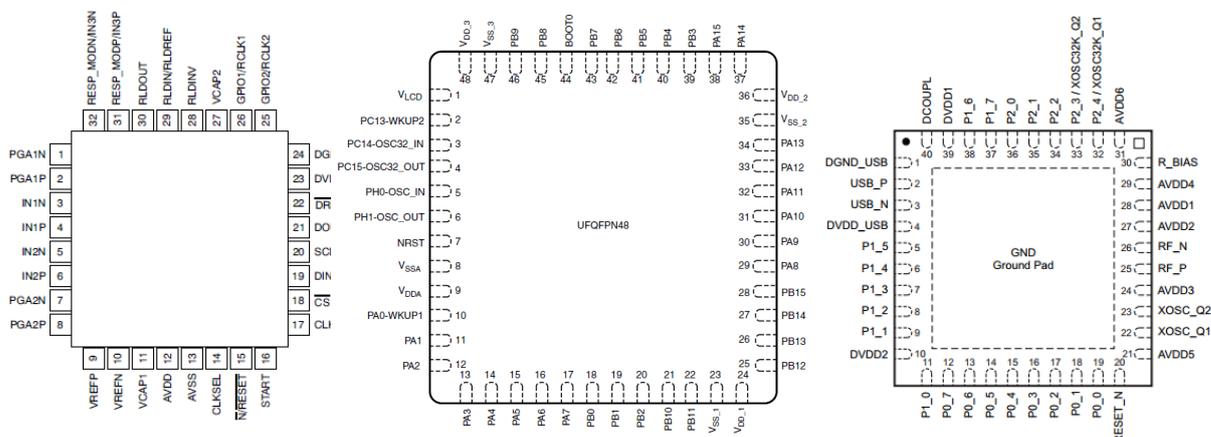


Рис.2 Структурная схема сети

Сигнал должен быть усилен за счет преобразования. Потом, АЦП преобразует аналоговые сигналы в цифровые сигналы. Дальнейшая обработка производит микроконтроллер. Затем сигналы переданы с помощью передатчика.



ADS1291

Размер 5mm×5mm

Входной ток смещения: 200 пА

Низкое энергопотребление:

STM32L100C6

Размер 7mm×7mm

Режим запуска с низким энергопотреблением: 9 мкА

Режиме работа: 214 мкА / МГц
Сверхнизким ввода / вывода 10 нА
Флэш с ECC до 128 КБ

CC2540

Размер 6mm×6mm
Активный режим TX (-6 дБм): 24 мА
Режим питания 1 (3-мкс Wake-Up): 235 мкА
Режим питания 2 (Sleep Timer On): 0,9 мкА
Режим питания 3 (внешний переборщик):

Рис3. Элементы датчики ЭКГ

Чтобы правильно выбрать элементы, наиболее важными являются следующие характеристики:

- 1). Маленький размер;
- 2). Малое электропотребление;

- 3). Высокая производительность;
- 4). Высокая точность преобразования;
- 5). Низкая стоимость системы.

В соответствии с вышесказанным, выбирали такие элементы: АЦП – ADS1291; МК – STM32L100C6; передатчик - CC2540.

Программный алгоритм датчика ЭКГ выполняют следующие задачи:

- 1) Модуль сбора данных ЭКГ: программное обеспечение сбора данных от АЦП;
- 2) Модуль фильтрации: информации переработан на МК STM32. Переработка информации должен подразделиться на следующие задачи: фильтрация; базовый дрейф; фильтр-пробка на 50 Гц;
- 3) Хранение и передачи данных ЭКГ с помощью Bluetooth.

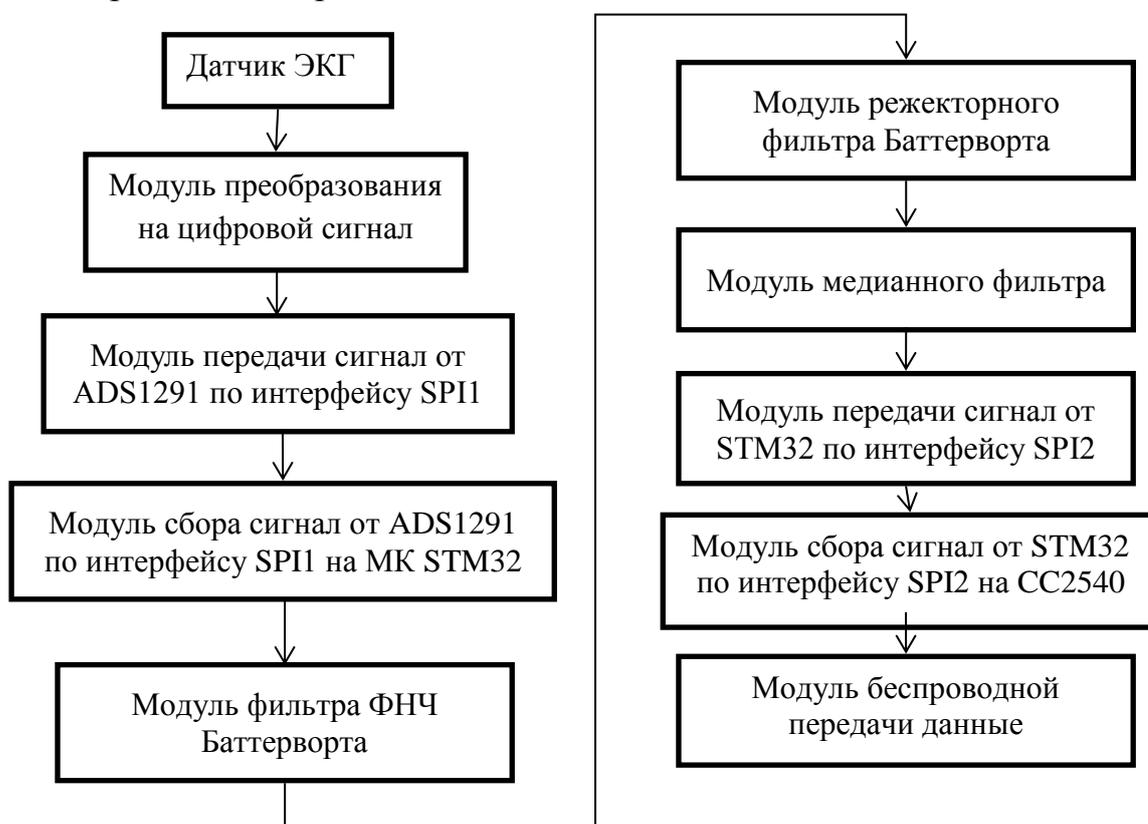


Рис. 4. Алгоритм сигнала на датчик ЭКГ

Главная часть-Часть фильтраций, потому что это зависит от точности и надежности датчик ЭКГ. Вы выбираем Фильтр Баттерворта для Режекторного фильтра и ФНЧ, потому что у него не имеющий нулей частотной характеристики, (также называемый фильтром с максимально плоской характеристикой), не создает пульсаций (неравномерности) в полосе пропускания и в полосе задержки, то есть обладает монотонной характеристикой в обеих полосах. Для Дрейф

базовой линии ЭКГ, выбираем Медианную фильтрацию, потому что у него есть хороший эффектививность.

Моделируем модели на программе matlab. Получил следующие результаты.

1) Режекторный фильтр на частоту 50Гц.

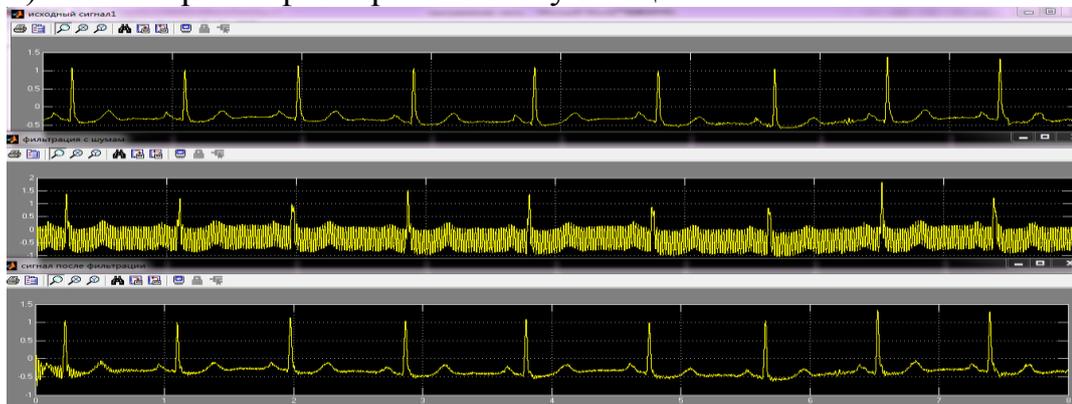


Рис. 5. Сигнал ЭКГ до и после фильтрации

2): Фильтры нижних частот Баттерворта.

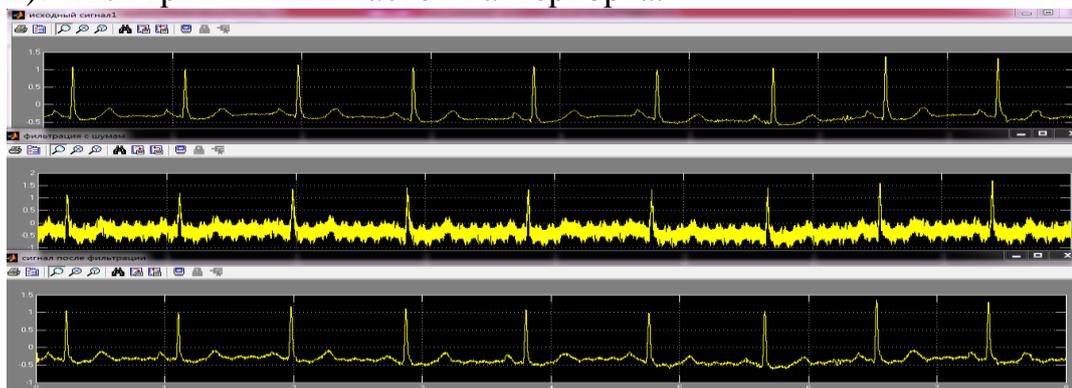


Рис. 6. Сигнал ЭКГ до и после фильтрации

3): Дрейф базовой линии ЭКГ

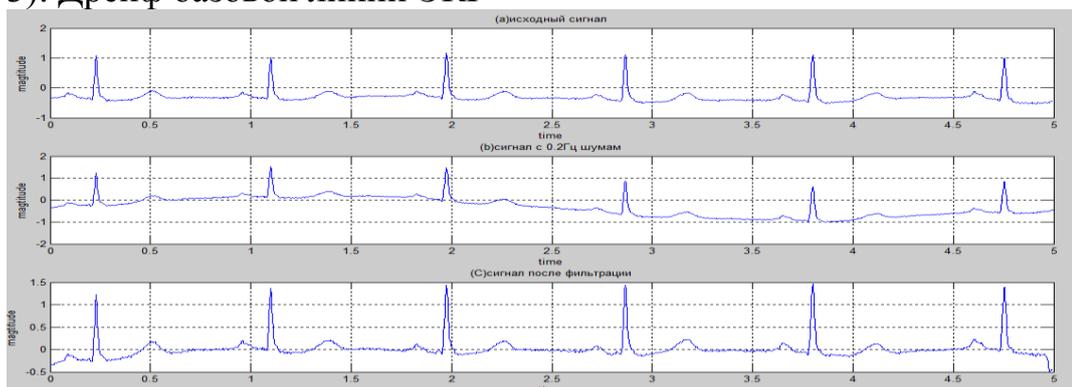


Рис. 7. Сигнал ЭКГ до и после фильтрации

Заключение

Для пациента беспроводная измерительная сеть удобна. В соответствии с техническими характеристиками, можно выбирать такие элементы: АЦП-ADS1291; МК-STM32L100C6; передатчик-CC2540.

Список информационных источников

1.Всемирная Организация Здравоохранения. Сердечно-сосудистые заболевания. Информационный бюллетень № 317. Март 2013 г.

2.Texas Instruments. Low-Power, 1-Channel, 24-Bit Analog Front-End for Biopotential Measurements.
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1291.pdf>

РАЗРАБОТКА МЕТОДА АКТИВНОГО ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ УДАРНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В АВИАЦИОННЫХ КОМПОЗИТАХ

Еганов В.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Вавилов В.П., д.т.н., заведующий лабораторией тепловых методов контроля

Тепловой контроль (ТК) – один из видов неразрушающего контроля, который предназначен для обнаружения скрытых дефектов, путём регистрации и преобразования инфракрасного излучения в видимый спектр. Тепловой метод применяется в тех отраслях промышленности, где по неоднородности теплового поля можно судить о техническом состоянии контролируемых объектов.

В настоящее время метод ТК стал одним из наиболее востребованных в теплоэнергетике, строительстве и промышленном производстве.

Основными достоинствами ТК являются: универсальность, высокая точность оценки температурных сигналов, оперативность, высокая производительность дистанционный характер испытаний.

Условно различают пассивный и активный ТК. Пассивный ТК не нуждается во внешнем источнике теплового воздействия, в то время как активный ТК предполагает нагрев объекта внешними источниками.

Активный метод ТК применяется в тех случаях, когда объект испытаний характеризуется однородным температурным полем (чаще всего, равным температуре окружающей среды). При активном методе ТК, объект нагревают различными внешними источниками. Типичными

объектами, контролируемые данным методом многослойные композитные материалы, объекты искусства и другие объекты, требующие внешней тепловой нагрузки[1].

К полимерным композитам интерес в России особенно возрос в последние годы на фоне экономической стабилизации и определенного возрождения российского военного и авиакосмического комплекса, а также гражданской авиации, ядерной энергетики, судо- и автомобилестроения. В ведущих западных странах этот интерес возрастал в такт с общим ростом объема применения композитов. В военной авиации объем применения композитов уже в настоящее время превышает 80 %, соответственно все больше этих материалов используют в автомобилестроении. В промышленности чаще всего применяют стеклопластиковые, углепластиковые и углерод-углеродные (УУ) композиты, боро- и органопластики, а также изготовленные из них многослойные и сотовые несущие элементы. Процесс изготовления таких материалов и эксплуатация изготовленных из них изделий сопровождаются появлением макро- (расслоения, непроклеи, прожоги вследствие ремонта) и микро-дефектов (разрывы волокон, микротрещины связующего и др.). Кроме того, компактно расположенные микродефекты могут образовывать макроповреждения, например, ударные повреждения, представляющие собой агломерат микро- и макро-трещин, расположенных специфическим образом относительно точки удара. Соответственно до 50 % разрушения материалов при эксплуатации самолетов приходится на композиты. При этом значительное число повреждений связано с низкоэнергетическими ударами, которые имеют место в зонах погрузки багажа, посадки пассажиров, а также вследствие воздействия града. Высокоэнергетические повреждения, например, образующиеся в результате столкновения с птицами, хорошо видны невооруженным глазом и немедленно ремонтируются, тогда как низкоэнергетические дефекты обычно не обнаруживаются визуально и представляют опасность в ходе последующей эксплуатации самолетов.

Классический ТК, применяющий, как правило, оптический нагрев, позволяет обнаруживать дефекты относительно большой площади ($> 1 \text{ см}^2$), создающие значительное тепловое сопротивление потоку нагрева. Предельная глубина обнаружения обычно составляет 3-5 мм в односторонней процедуре и 5-15 мм в двухсторонней процедуре (для дефектов малой площади)[2].

Недостатками оптического нагрева являются: 1) низкая эффективность нагрева светлоокрашенных материалов, отражающих излучение нагрева видимого и ближнего инфракрасного (ИК)

диапазонов; 2) наличие мощного отраженного излучения после выключения источника, что существенно ухудшает эффективность ТК в односторонней процедуре. Некоторые недостатки ТК могут быть преодолены, комбинируя тепловизионный способ регистрации с вихретоковым или ультразвуковым (УЗ) нагревом. В частности, УЗ стимуляция позволяет обнаруживать скрытые трещины в металлах и неметаллах, не выявляемые при поверхностном нагреве.

На данном этапе были проведены предварительные эксперименты.

Были проведены испытания оборудования и проверена возможность применения тепловизионного контроля для контроля ударных повреждений в композитах.



Рисунок 2. Экспериментальная установка для тепловизионного контроля композитов: 1- тепловизор NEC 9100, 2- углепластиковый образец, 3- галогенная лампа на 1 кВт.

Для испытания метода были использованы пластины из углепластика с повреждениями нанесенными с различными энергиями удара (10 и 40Дж) (рис. 3).

Для получения термограмм, образцы подвергались нагреву с помощью галогеновой лампы мощностью 1 кВт в течении 5 секунд и снимались тепловизором в течении 30 секунд с частотой кадров 10 Гц. Таким образом, получили 300 изображений с термограммой углепластиковых образцов.



Рисунок 3. Пластины из углепластика.

Далее, с помощью программы ThermoFit Pro был проведен анализ образцов по критерию сигнал/шум (рис. 4). На образце с энергией удара равной 40 Дж, отношение сигнал/шум выше, чем на образце с энергией удара в 10 Дж.

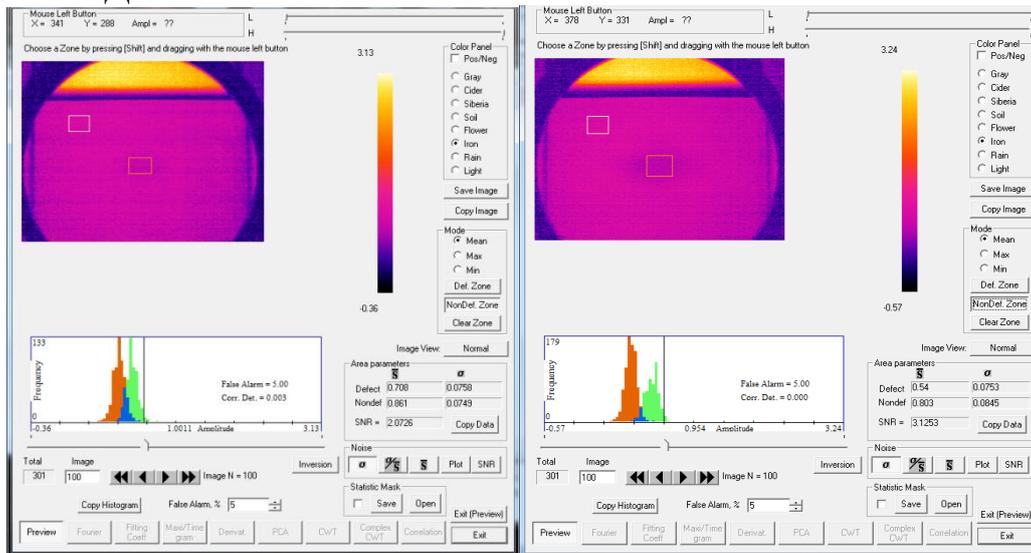


Рисунок 4. Термограммы углепластиковых образцов с энергией удара 10 и 40 Дж соответственно.

В дальнейшем планируется провести эксперименты на большем количестве образцов для получения более точных результатов. Планируется использовать образцы с более широким диапазоном энергии ударов.

Список информационных источников

1. <http://www.ntcexpert.ru/teplovoj-kontrol>
2. Тепловой контроль композиционных материалов в авиакосмической промышленности: возрождение интереса и направления применения / В. П. Вавилов [и др.] // В мире неразрушающего контроля. - 2014. - № 2. - С. 47-52.
3. Thermal NDT of Composites in the Aero Space Industry: A Quantitative Approach// http://www.ndt.net/events/ECNDT2014/app/content/Paper/211_Vavilov.pdf

О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ

Ералинова Г.М.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Федоров Е.М., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

Для организации лабораторных работ с научно-исследовательским содержанием используется координатно-сверлильный, фрезерный станок, изготовленный магистром кафедры «Приборостроение» КарГТУ Берденниковым Д.

Станок собран в основном из заводских заготовок, только несущий каркас собран из ДСП-плиток толщиной 20мм.

Габаритные размеры составляют 594х492х416 мм. Размеры рабочего поля по ХУ равны 240х100мм, движение по оси Z РАВНО 140мм.

Рабочий орган представляет собой патрон, в который можно зажать режущий инструмент (сверло или фреза и др.).

Специальный шаговой двигатель обеспечивает вращение инструмента до 12000 об/мин.

Обрабатываемая деталь (печатная плата) устанавливается и закрепляется на горизонтальном столе, который может «вперед- назад» (ось Х).

Передвижение «вправо- влево» по оси Y обеспечивается вертикально расположенным суппортом, на нем же обеспечивается передвижение сверла «вверх-вниз», по оси Z.[1]

Все передвигающиеся площадки установлены на алюминиевые направляющие пары, само передвижение выполняется резьбовыми стрелками, приводимые во вращение индивидуальными шаговыми

двигателями (сокращенно-ШД). Для управления ШД используются электронные драйверы.

Станок управляется программно посредством ПК или другого компьютера.

Станок управляется программно посредством ПК или другого компьютера. Каждая ось имеет свой привод и драйвер. Все четыре драйвера управления ШД подключены к LPT-порту ПК. Программа управления создается в среде Mach-3 [5].

Для управления шаговым двигателем использовались микросхемы TB6560. Данные микросхемы предназначены специально для работы в драйверах шаговых двигателей. В ЧПУ станке используется полушаговый режим работы двигателя, данный режим работы выбран для получения максимального момента на валу [5].

Также данный режим имеет большую точность и плавность хода по сравнению с режимом полный шаг [5].

Данный драйвер работает в режиме широтно импульсной модуляции с частотой 150 кГц. При подаче на обмотки шагового двигателя напряжения измеряется ток, проходящий через обмотки, по достижению номинального тока, напряжение перестает подаваться на обмотки двигателя, до начала следующего периода, затем процесс повторяется. Измерение тока в обмотках осуществляется, с помощью 2х резисторов включенных в цепь питания обмоток [5].

Таким образом управление шаговым двигателем осуществляется с помощью установки положительного или нулевого напряжения на выводе микросхемы TB6560. Для выбора направления и подачи тактового импульса для одного шага в этом направлении. Таких драйверов использовалось 3 для осей X, Y, Z [5].

Для управления шаговыми двигателями, включением отключением шпинделя Берденниковым была выбрана плата A3 TB6560 DRIVERBOARD 3 AXIS.

Данная плата имеет микрошаговый режим управления шаговыми двигателями с делениями шага: 1, 1/2, 1/8 и 1/16.

В данном станке было использовано деление шага 1/2 т.к. данный режим позволяет получить максимальный момент на валу. То есть для того чтобы сделать полный шаг необходимо совершить 2 микрошага.[2]

Основным применением микрошагового режима является борьба с резонансом, снижение вибрации шагового двигателя и повышения плавности хода передачи. Достигается это благодаря тому, что при использовании микрошагового режима на вал мотора действуют более кратковременные усилия разгона-торможения, сам вал совершает шаги

меньшей амплитуды, в результате инерционные явления проявлены слабее.[5]

В данном случае погрешность точности обработки будет зависеть от точности вращения вала шагового двигателя и ходового винта.

Обычно погрешность установки вала всегда равна указанному производителем значению (обычно 5% от полного шага), вне зависимости от микрошага.[3]

Все 3 оси станка имеют одинаковую кинематическую схему [5].

Для управления ЧПУ станком, также использовалось 6 датчиков торможения, используемых для защиты от поломки ЧПУ станка, а также выставления нулевого положения шпинделя. Данные датчики работают по принципу переключателей, по достижению края рабочего поля ЧПУ станка данный датчик замыкается и останавливает подачу напряжения на двигатель. Для связи данного драйвера с ПК будет использоваться порт LPT [5].

Первая лабораторная работа исследовательского характера связана с определением точности отработки движения сверла из одной точки в другую по прямой линии и вдоль одной оси.

Для этого строится эксперимент, содержащий возвратно – поступательное движение центра сверла определенное количество раз повторения. В конце эксперимента выполняется статистическая обработка результатов с вычислением стандартной, суммарной и расширенной неопределенностей. [2]

В дальнейшем задача усложняется за счет исследования точности по другим осям, затем изучается движение по всем осям одновременно.

Здесь была поставлена задача определения точности отработки траектории движения центра сверла по оптимальному пути (по времени, по длине и др.).

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

- анализ двухкоординатного станка кафедры «Приборостроение»;
- анализ методов и средств поверки станков с ЧПУ;
- анализ методов измерения и принципов применения средств измерения;
- разработка технических требований к метрологическому обеспечению двухкоординатного станка кафедры ИТПС;
- выбор оборудования;
- разработка программы исследования погрешности двухкоординатного станка с ЧПУ;
- разработка методики исследования погрешности двухкоординатного станка с ЧПУ.

Была рассмотрена методика проведения экспериментов по определению точности отработки заданных координат по одной оси.

В выполнении передвижения центра сверла участвуют: шаговой двигатель, муфта и ходовой винт.

Расстояние от точки А до точки В определяется в первую очередь шагом ходового винта и разрешающей способностью шагового двигателя, т.е. количеством шагов (импульсов), требуемых для одного полного оборота.

Все погрешности точности обработки будут определены в результате эксперимента с расчетом стандартной, суммарной и расширенной неопределенностей.

Список информационных источников

1. Берденников Д.А. «ВЫБОР ДРАЙВЕРА ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ СТАНКА ЧПУ» статья, Международной научно-практической конференция КАРГТУ. - 2с.

2. Берденников Д.А. «Методы повышения точности позиционирования шпинделя ЧПУ станка» статья, Международной научно-практической конференция КАРГТУ. - 2с.

3. <http://darxton.ru/wiki-article/chasto-zadavaemye-voprosy-po-shagovym-dvigatelyam-faq/>

4. <http://stanki-price.ru/obrabotka-poverxnosteie-detaleie-mashin/xodovye-vinty.html>

5. <http://darxton.ru/wiki-article/mikroshagovyy-rezhim-shagovogo-dvigatelya/>

ОЦЕНКА УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ФЕРРИТОВ МЕТОДОМ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАССТЕКАНИЯ

Еспенбетов Ж.Р., Малышев А.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Суржиков А.П., д. ф.-м.н., профессор,
заведующий кафедрой физических методов и приборов контроля
качества*

На примере ферритовой керамики опробованы два метода измерения величин удельного электрического сопротивления: двухэлектродный и сопротивления растекания.

Двухэлектродный метод применяют для измерения удельного сопротивления образцов, имеющих правильную геометрическую форму

и постоянные поперечное сечение. При этом на торцевых гранях образца, например в виде прямоугольной пластины, изготавливают омические контакты. Через эти контакты вдоль образца пропускают постоянный электрический ток. Тогда величина удельного сопротивления ρ определяется с использованием выражения (1)

$$\rho = \frac{U \cdot S}{I \cdot d} \quad (1)$$

где U – приложенное напряжение (В); I – ток через образец (А); S – площадь электродов; d – расстояние между зондами (толщина образца). По методу сопротивления растекания ρ определяется в основном приконтактной областью толщиной в несколько десятков мкм, следовательно, этому методу присуща высокая локальность измерений. Объем области, где определяется удельное сопротивление, может быть равен 10^{-10} см^{-3} . Значения ρ оцениваются по выражению (2):

$$\rho = \frac{U}{I} \cdot \pi \cdot r_0 \quad (2)$$

где U – приложенное напряжение к зонду; I – ток в цепи образца; r_0 – радиус зонда, м. Для измерения удельного сопротивления на постоянном токе по двухэлектродному методу были нанесены металлические электроды термическим испарением серебра в вакууме (установка ВУП-5). Для установления невыпрямляющих свойств контакта металл-феррит была построена вольт-амперная характеристика образца с электродом (рис. 1).

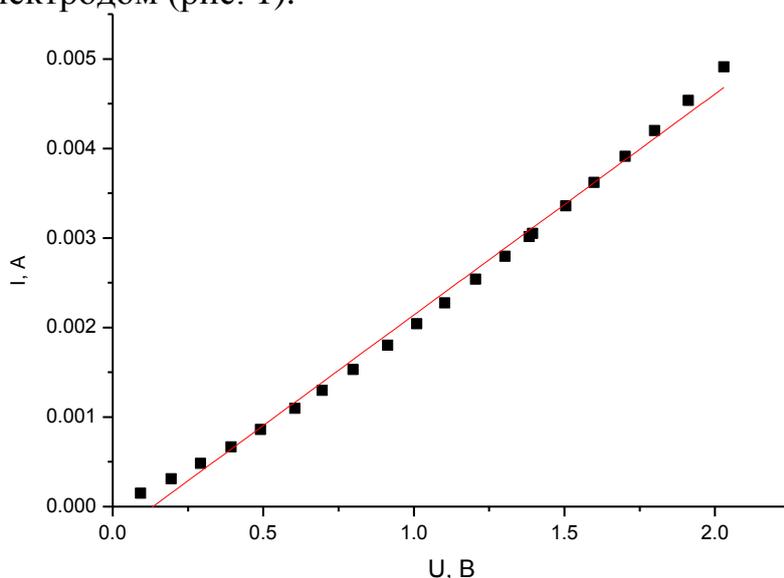


Рис. 1 ВАХ образца с металлическим электродом

Из полученной линейности ВАХ образца с электродом (рис. 1) следует применимость изготовленных электродов для измерения удельного сопротивления исследуемого феррита двухэлектродным методом.

Значения удельного сопротивления были определены экспериментально двухэлектродным методом для серии из 10 образцов ферритовой керамики (см табл. 1). Для каждого из образцов было оценено значение r_0 по следующей методике.

1. Измерения при комнатной температуре значений постоянного тока I , при фиксированной напряжении U , (метод измерения сопротивления растекания) в глубине образца, после сошлифовки более 300 мкм с каждой из сторон образцов (таблица 1).

2. После изготовления серебряных электродов и проверки линейности ВАХ контакта измерение удельного сопротивления образцов на постоянном токе по двухэлектродному методу, расчет значений ρ_{dc} с использованием выражения (1).

3. Для каждого образца с использованием выражения (2) и известного значения ρ_{dc} определяли искомое значение r_0 .

Полученные значения коэффициентов r_0 представлены в таблице 1.

Из табл. 1 можно видеть, что полученные значения r_0 находятся в диапазоне (8-24) мкм в независимости от величины ρ_{dc} , которая от образца к образцу изменялась на несколько порядков величины. Указанный разброс значений r_0 может быть связан с различным давлением зондов на поверхность ферритовых образцов при измерении тока по методу сопротивления растекания.

Таблица 1. Значения электрических параметров образцов ферритовой керамики,

№ обр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U, В	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5
I	7 мк А	1.9 мкА	1.2 мкА	1.04 мкА	0.4 мкА	0.13 мкА	0.15 мкА	19 нА	20.3 нА	0.15 нА
ρ_{dc} , (Ом·см)	2·10 ³	5.3·10 ³	6.6·10 ³	6.9·10 ³	5·10 ⁴	8.6·10 ⁴	7.9·10 ⁴	8.2·10 ⁵	7.8·10 ⁵	2·10 ⁸
r_0 , мкм	14. 8	19.7	9	8	21	12	13	16.6	16.8	24

где ρ_{dc} (Ом·см) – величина удельного сопротивления образцов, измеренная на постоянном токе по двухэлектродному методу с использованием выражения (1).

Таким образом, рассмотренный экспресс-метод оценки значений ρ для исследованных образцов ферритов позволяет достаточно точно рассчитывать эти значения с использованием выражения (2) и среднего значения для коэффициента $r_{0\text{CP}} = 15.5$ (мкм).

Список информационных источников

1. Левин Б.Е., Третьяков Ю.Д., Летюк Л.М. Физико-химические основы получения, свойств и применения ферритов. – М.: Металлургия, 1979. – 472 с.
2. Батавин В.В., Концевой Ю.А., Федорович Ю.В. Измерение параметров полупроводниковых материалов и структур. – М.: Радио и связь, 1985. – 264 с.
3. Павлов Л.П. Методы измерения параметров полупроводниковых материалов. – М.: Высшая школа, 1987. – 39 с.
4. Суржиков А.П., Притулов А.М., Пешев В.В., Малышев А.В. Объемная неоднородность электрических свойств ферритовой керамики. Известия вузов. Физика. – 2001. - №11. – С. 95-97.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ С РАЗВЕРТКАМИ ТИПА В И С

Етобаева В. А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Капранов Б. И., д.т.н., ведущий эксперт
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

На сегодняшний день ультразвуковой метод - это один из самых распространенных методов неразрушающего контроля, и он находит свое применение в различных сферах промышленности. Данный метод контроля является наиболее информативным и безопасным для человека.

Средства ультразвукового метода позволяют получать параметры дефектов, такие как амплитуда эхосигнала, условные размеры и координаты дефекта. Совершенствование ультразвуковых дефектоскопов и методик в течении уже последних трех десятилетий проводится в рамках приведенных информативных параметров. С каждым разом совершенствовались характеристики дефектоскопов - их вес и размеры стали существенно меньше, появились новые сервисные функции, такие как временная регулировка чувствительности, запись настроек и данных контроля, связь с компьютером и т.д. Стали

применяются новейшие схемы прозвучивания, к примеру, контроль головными волнами, схемой корневой тандем и контроль с помощью хордовых преобразователей. Но тем не менее, о годности изделия судят по анализу все тех же основных параметров – амплитуды, координат и условных размеров.

Последующее улучшение ультразвуковой аппаратуры определялось главным образом достижениями микроэлектроники. Создание технологий интегральных схем и микропроцессоров помогло реализовать новые идеи в совершенствовании ультразвуковых средств.

Одним из основных направлений улучшения метода ультразвукового контроля является повышение информативности получаемых данных при контроле. Главным направлением указанных работ является визуализация результатов исследования, т.е. визуальное представление внутренней структуры объекта контроля. Для получения первичной информации применяются разные методы ультразвукового сканирования.

На практике широко применяется метод сканирования с использованием преобразователя, перемещающегося по линии сканирования в пределах контролируемой зоны и формирующего массив эхосигналов от отображателей, которые находятся в зоне контроля. Принцип формирования такого изображения представлен на рисунке 1.

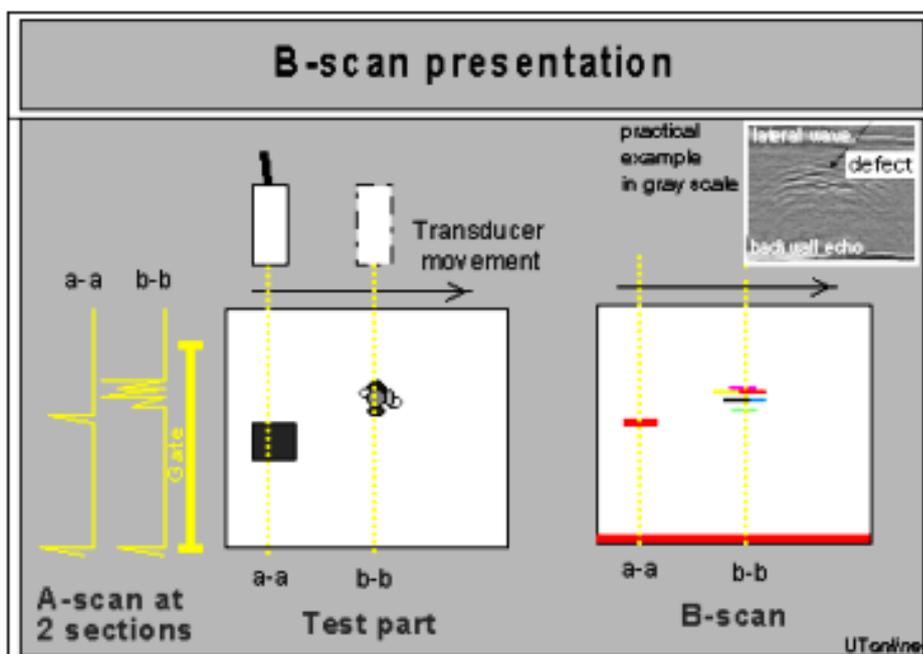


Рис. 1. Представление данных прозвучивания на развертке типа В (B-scan).

Во всех современных дефектоскопах предусмотрена возможность реализации такого метода. Практическое использование метода В сканирования предполагает наличие системы определения координат пьезоэлектрического преобразователя в плоскости сканирования. Существует различные конструкции сканеров, различающихся своими точностными характеристиками, диапазоном перемещения пьезоэлектрических преобразователей и другими параметрами.

Список информационных источников

1. Балдев Радж, Раджендран В., Паланичами П. Физики и техники. Применение ультразвука// Москва: Техносфера, - 2006. – 576 с.

2. Капранов Б. И., Коротков М. М. Акустические методы контроля и диагностики. Часть 1: учебное пособие/ Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 186 с.

ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА НА СЖАТИЕ

Жантыбаев А.А., Осипов С.П., Осипов О.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., ведущий научный
сотрудник Российско-китайской научной лаборатории
радиационного контроля и досмотра*

1 Введение

Прочность бетона на сжатие является основной характеристикой, измеряемой в процессе неразрушающих испытаний строительных сооружений и конструкций [1]. Существует ряд косвенных методов, используемых для оценки прочности. К ним относятся методы, основанные на измерении механических, акустических, электромагнитных и других величин [2–4]. Традиционно в качестве результирующей оценки прочности применяется выборочное среднее прочности по ограниченному объему выборки. Значение прочности, полученное в результате единичного акта измерения, является случайной величиной [5]. Выборочное среднее значение прочности бетона, в свою очередь, является случайной величиной. Случайная величина является полностью определенной, если известна ее функция распределения или плотность распределения. В этом случае необходима выборка большого объема. В работах [5] для описания плотности

распределения прочности бетона на сжатие используют нормальное и логнормальное распределения, а также распределения Вейбулла и Гумбеля. В статье [6] для оценки технического состояния бетонов рекомендовано использовать суперпозиция распределений. Имеющихся в литературе данных недостаточно для разработки рекомендаций, связанных с повышением информативности измерения прочности бетона на сжатие для оценки его технического состояния в процессе эксплуатации, на основе анализа изменений соответствующих плотностей распределения.

2 Теория

Степень однородности бетонов по прочности наряду с усредненным значением прочности является важнейшей потребительской характеристикой. Повышение информативности измерения прочности бетонов связано со спецификой объекта испытаний. Бетоны состоят из нескольких основных ингредиентов. Из практических соображений и наглядности можно ограничиться двумя ингредиентами. Для классических бетонов одним ингредиентом является крупнозернистая составляющая (щебень, гравийно-галечная смесь) и мелкозернистая цементно-песчаная композиция. Асфальтобетоны состоят из крупнозернистой составляющей и битумно-минеральной композиции. Пенобетоны (газобетоны) состоят из цементного камня и пузырьков воздуха (газа). Ингредиенты бетонов имеют различные прочностные характеристики, которые могут меняться в процессе эксплуатации бетонов под воздействием негативных факторов [7]. В работе [6] подчеркнута, что повышение информативности измерения прочности бетона на сжатие связано с корректным использованием размерных уровней (сантиметры, миллиметры, десятые, сотые и тысячные доли миллиметра). Бетоны, асфальтобетоны и пенобетоны можно отнести к размерным группам – сантиметры, миллиметры и десятые доли миллиметров.

Замечание 1. Неоднородность прочности бетонов на сжатие определяется не только характерными размерами зерен ингредиентов, но и размерами чувствительного части измерительного прибора (детектора).

Значение прочности условно усредняется по площади контакта детектора с бетоном. Применение измерителей прочности бетонов с размером детектора, превышающим характерные размеры зерен ингредиентов, приводит к понижению информативности процесса измерения прочности. Осуществление оценок прочности с помощью детекторов, размеры которых значительно меньше характерных

размеров зерен ингредиентов, приводит к увеличению объема информации, что затрудняет ее обработку. В связи со сказанным выше можно сформулировать следующую рекомендацию.

Рекомендация 1. Размер контактной части измерителя прочности должен соотноситься с характерными размерами зерен ингредиентов и коррозионных повреждений различной природы на начальной стадии деградации бетонов.

Учет замечания 1 и соблюдение рекомендации 1 и отслеживание изменений технического состояния бетонов являются залогом оперативного обнаружения начальной стадии деградации бетонов, что позволит увеличить долговечность строительных сооружений и конструкций и безопасность их эксплуатации за счет своевременного и адекватного ремонта.

Очевидно, что неоднородность бетонов по прочности, не в последнюю очередь, определяется прочностными характеристиками ингредиентов бетонов. Отсюда следует замечание, которое аналогично замечанию, высказанному в работе [6].

Замечание 2. При оценке технического состояния бетонов в процессе эксплуатации необходимо учесть начальные прочностные характеристики основных ингредиентов бетона, причем представляют интерес не только средние показатели, но наиболее общие характеристики.

Из замечания следует весьма емкая по содержанию рекомендация.

Рекомендация 2. При анализе результатов измерений прочности бетона на сжатие необходимо представлять исследуемую случайную величину в виде смеси нескольких случайных величин, количество которых совпадает с количеством основных ингредиентов.

Еще одна рекомендация касается кардинального изменения в подходе к механическим испытаниям. В значительной части методов неразрушающих испытаний результаты визуализируются. Это характерно для оптических методов испытаний, радиографии, тепловых методов, томографии, ультразвукового контроля и т.д.

Рекомендация 3. Необходимо визуализировать результаты измерений прочности бетонов.

Визуализация результатов измерения прочности позволит обнаружить начальный этап развития процессов деградации бетонов.

Реализация рекомендации 3 на современном уровне развития измерителей прочности бетонов требует значительных временных затрат. Первостепенной задачей является разработка многоканальных сканирующих систем измерения прочности.

3 Математическое моделирование

Целью экспериментальных исследований является обоснование рекомендации 2, то есть представление прочности бетона на сжатие смесью нескольких случайных величин.

На рис. 1 приведены результаты математического моделирования бимодального распределения прочности.

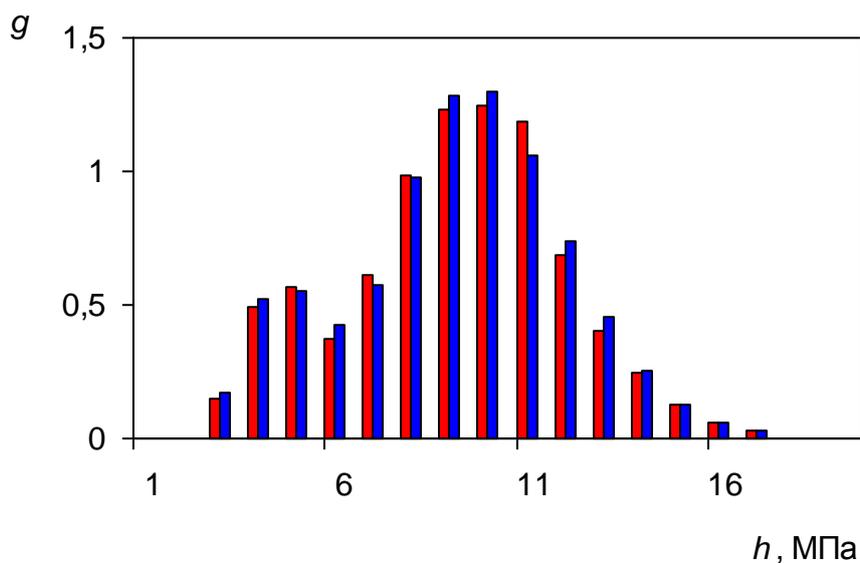


Рис. 1. Бимодальное распределение прочности бетона на сжатие:

- – исходное зашумленное распределение;
- – восстановленное распределение

Распределение представляет собой суперпозицию логнормальных распределений с весовым множителем 0,3. Аналогичные распределения приведены в работе [8]. Исходное распределение было зашумлено. Параметры распределений суперпозиции и значение весового множителя оценивались методом наименьших квадратов. Результаты восстановления также изображены на рис. 1. Сравнение исходной и восстановленной гистограмм подтверждает обоснованность рекомендации 2.

4 Заключение

Повышение информативности измерения прочности бетонов на сжатие может быть достигнуто на основе использования данных о прочностных характеристиках ингредиентов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

Список информационных источников

1. Баженов, Ю.М. Современная технология бетона // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2010. – № 36. – С. 10–17.
2. Lin, H., Xiong, W. Review on the surface hardness of soft rock // Electronic Journal of Geotechnical Engineering. – 2014. – V. 19. – P. 4269–4279.
3. Фурса, Т.В. Неразрушающий электромагнитный метод определения механической прочности изделий из композиционных диэлектрических материалов // Физическая мезомеханика. – 2004. – Т. 7. – С. 307–310.
4. Akkaya, Y., Voigt, T., Subramaniam, K.V., Shah, S.P. Nondestructive measurement of concrete strength gain by an ultrasonic wave reflection method // Materials and Structures. – 2003. – V. 36. – P. 507–514.
5. Lu, C., Danzer, R., Fischer, F.D. Fracture statistics of brittle materials: Weibull or normal distribution // Physical Review E. – 2002. – V. 65. – 067102 (4 p.).
6. Осипов, С.П., Осипов, О.С., Жантыбаев, А.А., Подшивалов, И.И., Прищепа, И.А. Совершенствование методов оценки технического состояния бетонных изделий по прочности на сжатие // Ползуновский альманах. – 2015. – № 1. – С. 68–71.
7. Подшивалов, И.И., Мананков, А.В., Осипов, С.П. Обобщенная схема химических и биологических коррозионных воздействий на защищенное строительное сооружение // Известия вузов. Строительство. – 2008. – № 1. – С. 12–17.
8. Kilinc, K., Celik, A.O., Tuncan, M., Tuncan, A., Arslan, G., Arioz, O. Statistical distributions of in situ microcore concrete strength // Construction and Building Materials. – 2012. – Vol. 26. – P. 393–403.

КОНТРОЛЬ РАССТОЯНИЯ ДО ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Жевтун Е.С., Мэн Цинъян

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Гольдштейн А.Е., д. т.н., профессор
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Одной из областей применения вихректоковых преобразователей является буровые работы. Для получения корректных данных и для уменьшения трудоемкости контроля целостности оборудования,

поставлены задачи: провести коррекцию выходного сигнала вихретокового дефектоскопа и разработать бесконтактный измеритель отклонения от соосности сварных соединений бурильных труб. Целью данной работы являлось определение эффективности использования вихретоковых преобразователей для поставленных задач. Необходимо провести ряд экспериментов с вихретоковыми преобразователями, провести исследование зависимости амплитуды выходного сигнала от зазора: на объекте контроля из разных материалов и разной формы (плоская и цилиндрическая). Объекты контроля: 3 пластины из латуни, стали и алюминия. Технические характеристики датчиков представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики преобразователей BAW

Тип преобразователей	BAW M18MG-UAC80F-S04G	BAW M12MF2-UAC40F-BP03
Входное напряжение (В)	15—30 DC	15—30 DC
Выходное напряжение (В)	0—10	0—10
Линейная чувствительная зона (мм)	2—8	1—4
Коэффициент температуры(мкм/К)	-2—4	2—13
Нелинейность(мкм)	±180	±90
Диаметр(мм)	M18×1	M12×1

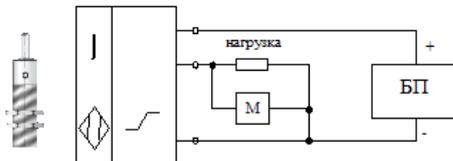


Рис. 1. Экспериментальная схема подключения вихретоковых преобразователей

На рисунке 1 представлена экспериментальная схема подключения вихретоковых датчиков. В качестве источника питания использовался блок питания INSTЕК GPS-18500 (БП). Выходное напряжение измерялось мультиметром (на схеме обозначено М).

С помощью датчика BAW M18MG-UAC80F-S04G были получены значения выходного сигнала преобразователя. В исследовании изменялся зазор между объектом контроля и самим преобразователем. Зазор имитировался диэлектрическими прокладками толщиной 0,172 мм. Данные измерения были обработаны в программе Mathcad, после чего был построен график зависимости выходного напряжения U от зазора a (рисунок 2).

Диапазон измерения датчика для объекта контроля: из латуни от 0,2 мм до 4,3 мм, из стали от 1,8 мм до 8 мм, из алюминия от 0,2 мм до 4,3 мм (рис.2).

Исследования зависимости изменения амплитуды выходного сигнала от зазора и материала объекта контроля датчиком ВАW M12MG-UAC80F-S04G (рис.3).

Диапазон измерения датчика для объекта контроля: из латуни от 0,4 мм до 2,6 мм, из стали от 0,5 мм до 4,2 мм, из алюминия от 0,4 мм до 2,3 мм (рис.3).

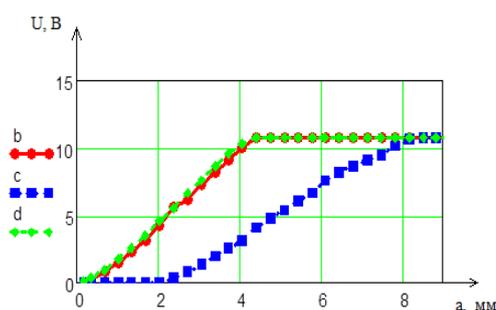


Рис. 2. Зависимость изменения амплитуды выходного сигнала от зазора (*b* – для объекта контроля из латуни, *c* – для объекта контроля из стали, *d* – для объекта контроля из алюминия) датчик M18

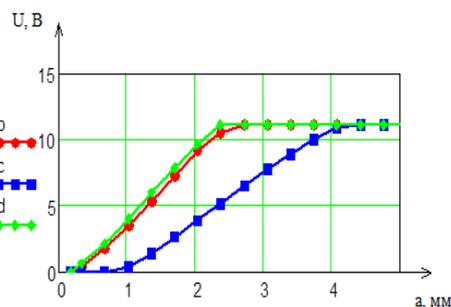


Рис. 3. Зависимость изменения амплитуды выходного сигнала от зазора (*b* – для объекта контроля из латуни, *c* – для объекта контроля из стали, *d* – для объекта контроля из алюминия) датчик M12

Исследование зависимости амплитуды выходного сигнала от кривизны поверхности объекта контроля датчиками M18MG-UAC80F-S04G и ВАW M12MF2-UAC40F-ВР03. Объект контроля: стальная труба диаметром 87 мм.

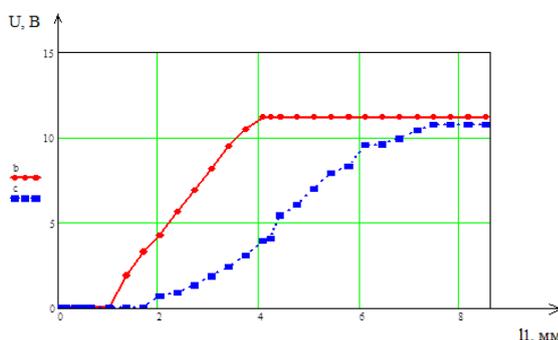


Рис. 4. Зависимость выходного сигнала от зазора на стальной трубе (*b* – сигнал датчика M12MF2-UAC40F-ВР03, *c* – сигнал датчика M18MF2-UAC40F-ВР03)

У датчика BAW M12MG-UAC80F-S04G диапазон линейности от 1 мм до 4 мм. Датчик BAW M18MF2-UAC40F-BP03 имеет диапазон линейности от 1,9 мм до 6,8 мм (рис.4).

С помощью программы Origin была найдена аналитическая зависимость выходного сигнала от зазора для стальной трубы для вихретокового преобразователя BAW M18MF2-UAC40F-BP03.

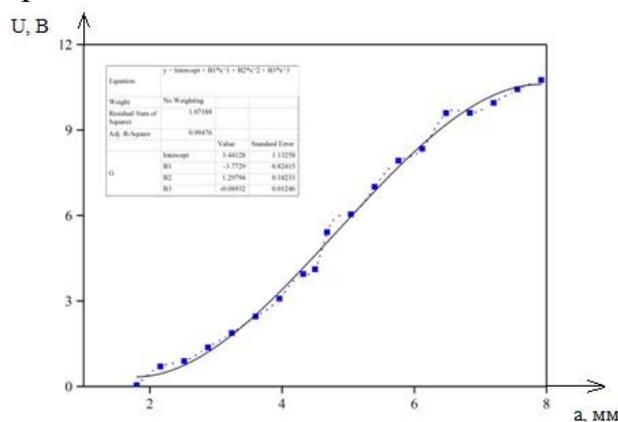


Рис. 5. Зависимость амплитуды выходного сигнала от зазора на стальной трубе датчиком BAW M18MF2-UAC40F-BP03 в программе Origin

$$\begin{cases} U = 3.44128 - 3.7729 * a + 1.29794 * a^2 - 0.08932 * a^3 & 0 < a < 6.8 \\ U = 9.7172 & a > 6.8 \end{cases}$$

– функция кривой (рис. 5).

Данная функция является полиномом третьей степени при зазоре до 6.8 мм. При зазоре свыше 6.8 мм выходной сигнал постоянен. Для случая плоской стальной пластины диапазон измерения составил до 8 мм. Это подтверждает влияния кривизны объекта контроля на результат преобразования.

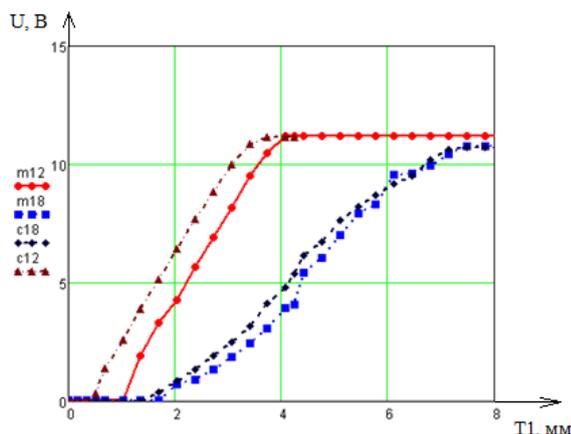


Рис. 6. Зависимость выходного сигнала от зазора для случаев пластины и трубы (m12 – выходной сигнал датчика диаметром 12 мм на трубе, m18 – выходной сигнал датчика диаметром 18 мм на трубе, c18 – выходной сигнал датчика диаметром 18 мм на пластине, c12 – выходной сигнал датчика диаметром 12 мм на пластин)

Диапазон измерения вихретокового преобразователя BAW M12MG-UAC80F-S04G для объекта контроля плоской формы из стали (от 0,5 мм до 4,2 мм) больше, чем цилиндрической формы из стали (от 1 мм до 4 мм). Диапазон измерения вихретокового преобразователя BAW M18MG-UAC80F-S04G для объекта контроля плоской формы из стали (от 1,8 мм до 8 мм) больше, чем цилиндрической формы из стали (от 1,9 мм до 6,8 мм), (рис.6).

Для бесконтактного измерителя отклонения от соосности сварных соединений бурильных труб необходим диапазон линейной чувствительности от 1.5 мм до 3.5 мм и объектом контроля будет являться стальная труба. Для решения данной задачи эффективней использовать датчик BAW M12MF2-UAC40F-BP03 (с диапазоном линейной чувствительности от 1 мм до 4 мм). Датчик BAW M18MF2-UAC40F-BP03 (с диапазоном линейности от 2 мм до 8 мм) эффективней использовать для решения задачи отстройки от влияния изменения зазора на сигнал вихретокового дефектоскопа.

Список информационных источников

1. Датчик расстояния индуктивный BAW M18MG-UAC80F-S04G // [Электронный ресурс]. – URL: http://www.murri.fi/documents/balluff/BAW/BAWM18MG_UAC80F_S04G_en.pdf, свободный. - Заглавие с экрана- Яз. рус. Дата обращения: 03.03.2016г.

2. Датчик расстояния индуктивный BAW M12MG-UAC80F-S04G // [Электронный ресурс]. – URL: http://www.sensotronik.se/pdf/01ind/BUF/BAWM12MF2_UAC40F_BP03_en.pdf, свободный. - Заглавие с экрана- Яз. рус. Дата обращения: 04.03.2016г.

ЦИФРОВАЯ РАДИОГРАФИЯ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ

Жумабекова Ш.Т.¹, Осипов С.П.¹, Ядренкин И.Г.²

¹Томский политехнический университет, г. Томск

*²Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск*

*Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., ведущий научный
сотрудник Российско-китайской научной лаборатории
радиационного контроля и досмотра*

1 Введение

От качества стальных канатов зависит безопасность и надёжность подъемно-транспортных машин (ПТМ) и оборудования различного

назначения. В настоящее время ужесточаются требования к уровням безопасности и надёжности ПТМ и, особенно, лифтов и подъёмников. Обеспечение требований к уровням безопасности и надёжности ПТМ невозможно без применения методов неразрушающих испытаний при изготовлении стальных канатов и в процессе эксплуатации. К основным методам неразрушающих испытаний, предназначенных для обнаружения производственных и эксплуатационных дефектов стальных канатов, относятся различные реализации оптических, магнитных, ультразвуковых, электрических и других методов [1–3]. Появление высокочувствительных линеек (панелей) радиометрических детекторов, позволяющих формировать радиографические изображения, геометрическое разрешение которых приближается к классической радиографии, и расширение номенклатуры высокоэффективных источников рентгеновского излучения обуславливают применимость цифровой радиографии для неразрушающих испытаний стальных канатов большого диаметра [4–8].

2 Геометрическая схема сканирования стального каната

На рис. 1 приведена геометрическая схема [8] непрерывного сканирования стального каната щелевым пучком рентгеновского излучения. Радиографический комплекс состоит из: источника рентгеновского излучения – 1, биологической защиты – 2 со встроенным коллиматором источника – 3, объекта контроля – 4, коллиматора – 5 линейки детекторов – 6.

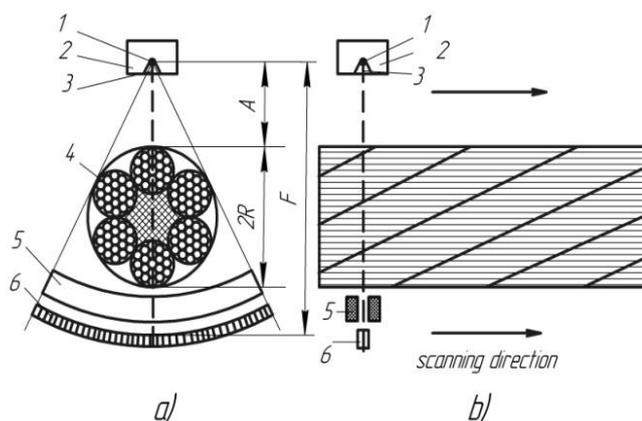


Рис. 1. Геометрическая схема сканирования стального каната:
a – поперечное сечение; *b* – сечение в направлении сканирования

К основным факторам, снижающим качество радиографического контроля, относятся: вклад рассеяния в радиометрический сигнал и ужесточение пучка излучения. Вклад рассеяния уменьшают

применением щелевых и (или) пинхольных коллиматоров источника и (или) регистратора рентгеновского излучения [9]. Эффект ужесточения учитывается калибровкой, позволяющей оценить зависимость интегрального линейного коэффициента ослабления излучения от толщины барьера [10].

3 Формирование цифровых радиографических изображений

В настоящее время используется значительное количество типов канатов, отличающихся друг от друга не только диаметром, но и конструкцией. На рис. 2.*a* для иллюстрации сложности внутренней структуры стального каната диаметром 25 мм приведено изображение его сечения [11], полученное методом рентгеновской вычислительной томографии (РВТ).

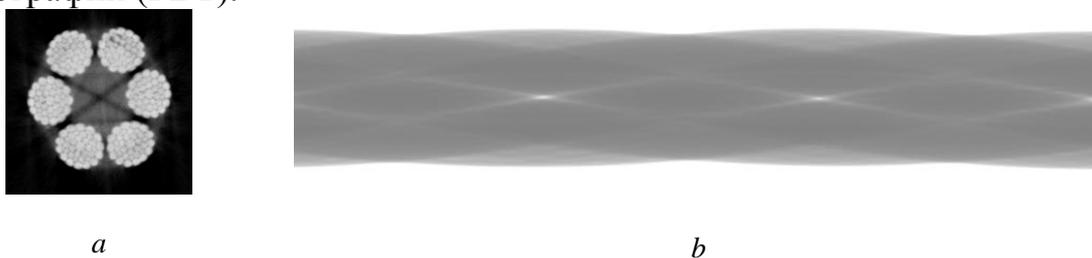


Рис. 2. Изображения внутренней структуры стального каната:

a – рентгеновская вычислительная томография; *b* – цифровая радиография

Анализ радиографических изображений стальных канатов оператором затруднён неоднородностью распределения яркости по изображению каната. Указанная неоднородность приводит к различию вероятностей обнаружения дефектов в центральной и периферической областях. Упомянутые сложности устраняются с помощью применения специализированных алгоритмов обработки радиографических изображений, например, [8].

Был получен ряд радиографических изображений для различных максимальных энергий рентгеновского излучения. В качестве объекта контроля использовали канат, внутренняя структура которого представлена на рис. 2.*a*. На рис. 2.*b* приведено типичное радиографическое изображение стального каната [11].

4 Анализ радиографических изображений стальных канатов

Из анализа типичного радиографического изображения стального каната, приведённого на рис. 2.*b*, можно сделать замечания.

Замечание 1. Существует ось симметрии теневого изображения стального каната.

Наличие указанной оси симметрии порождает существование целого ряда инвариантов (информативных параметров) цифровых

радиографических изображений стальных канатов. На изображении стального каната введём прямоугольную систему координат OXY . Ось OX является осью симметрии теневого изображения каната. Введём функции $f_1(x)$ и $f_2(x)$, ограничивающие изображение стального каната сверху и снизу. Можно сформулировать следующее замечание относительно функций $f_1(x)$ и $f_2(x)$.

Замечание 2. Функции $f_1(x)$ и $f_2(x)$ являются периодическими, они связаны друг с другом соотношением $f_1(x) = -f_2(x)$.

К инвариантам (см. табл. 1), определяемым по функциям $f_1(x)$ и $f_2(x)$ относятся [12]: максимальный поперечный размер тени каната на изображении D_{max} ; минимальный поперечный размер тени каната на изображении D_{min} ; расстояние L между положениями соседних максимумов и минимумов анализируемых функций.

Таблица 1. Соответствие инвариантов радиографических изображений стальных канатов с основными типами дефектов

Основной инвариант	Дефект	Визуализация дефекта
Плавное изменение яркости	Обрыв проволоки	Более светлое пятно на окружающем фоне
Максимальный поперечный размер тени каната	Расплющивание	Текущий диаметр каната больше или меньше нормативного
Масса сечения каната	Износ	Площадь сечения проволок меньше нормативного значения
Максимальный поперечный размер тени каната на изображении	Местное увеличение диаметра каната	Текущий диаметр каната больше или меньше нормативного, яркость центральной части каната меньше номинальной
Максимальный поперечный размер тени каната	Коррозия внутренних областей каната	Текущий диаметр каната больше нормативного значения
Максимальный поперечный размер тени каната	Местное уменьшение диаметра каната за счёт органического сердечника	Текущий диаметр каната меньше нормативного значения
Симметрия изображения	Излом каната	Нарушение симметрии или появление более тёмных участков изображения, рекомендуется несколько ракурсов
Максимальный поперечный размер тени каната	Инородное включение	Текущий диаметр каната больше нормативного значения
Яркость фрагментов	Выпирание отдельных прядей или проволок	Текущий диаметр каната больше нормативного значения, рекомендуется несколько ракурсов

Расстояние между центрами светлых пятен, расположенных на оси изображения каната	Удлинение каната	Расстояние между центрами светлых пятен, расположенных на оси теневого изображения каната больше нормативного значения
--	------------------	--

5 Заключение

Проектирование систем цифровой радиографии стальных канатов невозможно без корректного выбора и оценки параметров и характеристик анализируемых систем.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

Список информационных источников

1. Zhang D., Zhao M., Zhou Z., Pan S. Characterization of wire rope defects with gray level co-occurrence matrix of magnetic flux leakage images // *Journal of Nondestructive Evaluation*. – 2013. – Vol. 32. – No. 1. – pp. 37–43.
2. Krešák J., Kropuch S., Peterka P. The anchors of steel wire ropes, testing methods and their results // *Metalurgija-Zagreb*. – 2012. – Vol. 51. – No. 4. – pp. 485–488.
3. Hua-Ming L., Yi-Mei M. Fatigue testing and evaluation for coated steel belts based on electrical method // *Russian Journal of Nondestructive Testing*. – 2013. – Vol. 49. – No. 10. – pp. 602–609.
4. Liu H.P., Miao C.Y., Li X.G. An algorithm based on PFT for defect recognition of X-ray steel rope cord conveyor belt image // *Advanced Materials Research*. – 2013. – Vol. 722. – pp. 572–575.
5. Xian-Guo L., Chang-Yun M., Wen W., Yan Z. Fault automatic detection method for steel cord conveyor belt based on the regularity analysis // *International Journal of Digital Content Technology and its Applications*. 2012. – Vol. 6. – No. 1. – pp. 226–234.
6. Осипов С.П., Батрагин А.В., Воронова В.С., Шиндина А.В. Идентификация дефектов стальных канатов по цифровым радиографическим изображениям // *Технологии техносферной безопасности (Интернет-журнал)*. – 2013. – № 5. – 10 с.
7. Dai Y., Miao C., Rong F. Design of dual energy x-ray detector for conveyor belt with steel wire ropes // *International Symposium on Photoelectronic Detection and Imaging 2009*. – International Society for Optics and Photonics. – 2009. – p. 738528.

8. Осипов С.П. , Темник А.К. , Воронова В.С. Неразрушающий контроль стальных канатов методом дуальных энергий (Интернет-журнал) // Технологии техносферной безопасности. – 2012. – № 4(44). – 10 с.

9. Сидуленко О.А., Касьянов В.А., Касьянов С.В., Осипов С.П. Щелевые и пинхольные коллиматоры в цифровой рентгенографии // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2007. – № 3. – С. 62–64.

10. Недавний О.И., Осипов С.П. Аппроксимация зависимостей интегрального и дифференциального коэффициента ослабления тормозного излучения от толщины поглощающего фильтра // Дефектоскопия. – 1994. – № 9 – С. 92–95.

11. Осипов, С.П., Клименов, В.А., Батрагин, А.В., Штейн, А.М., Прищепа, И.А. Применение цифровой радиографии и рентгеновской вычислительной томографии при исследовании строительных конструкций и в строительном материаловедении // Вестник ТГАСУ. – 2015. – № 6. – С. 116–127.

12. Осипов, С.П., Чахлов, С.В, Батрагин, А.В., Жумабекова, Ш.Т., Ядренкин, И.Г. Выбор оптимальных энергий рентгеновского излучения в системах цифровой радиографии стальных канатов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2016. – № 5. – С. 37–45.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Журавский Е.Е., Осипов С.П.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., ведущий научный сотрудник Российско-китайской научной лаборатории радиационного контроля и досмотра

Введение

В науке и промышленности широко применяются цифровая радиография в различных ее реализациях [1]. В работе [2] подчеркнута, что в настоящее время непревзойденным лидером по разрешающей способности является метод, основанный на оцифровке аналоговых радиографических изображений. Повышение качества радиографического контроля в части, связанной с расшифровкой

радиографических пленок, в случае применения цифровых технологий обусловлено рядом важных факторов субъективного плана. 1. При расшифровке классических радиографических изображений используется негатоскоп. Изображение радиографического снимка на экране негатоскопа, как правило, далеко по своим параметрам от оптимальных для человеческого глаза значений. В результате этого анализ изображений приводит к усталости глаз оператора, что может привести к пропуску критических дефектов. В качестве устройств отображения цифровых радиографических изображений используются современные мониторы и дисплеи. Указанные устройства отображения визуальной информации максимально приспособлены к восприятию изображений человеческими глазами и легко подстраиваются под особенности зрения конкретного человека-оператора. Следует также отметить, что цифровые радиографические изображения легко трансформируются в процессе анализа, их можно сделать ярче, контрастнее, увеличивать и сравнивать фрагменты изображений и т.п. 2. Для очерчивания границ и оценки характерных размеров дефектов в классической радиографии применяют маркеры, тестовые образцы и различные мерительные и простейшие оптические инструменты. Это также сказывается на производительности этапа расшифровки радиографических изображений в частности и процесса радиографического контроля в целом. В цифровой радиографии для анализа изображений используются специализированные программные комплексы, например, DIADA [3]. Эти программные комплексы позволяют легко обнаруживать, выделять и измерять характерные размеры не только дефектов, но и структурных фрагментов объектов, которые необходимо контролировать. 3. Различные системы цифровой радиографии позволяют удобно архивировать и хранить итоговые изображения [4]. В результате создаются банки данных радиографических изображений с типовыми дефектами, что позволяет повысить вероятность правильного распознавания дефектов и увеличить производительность процедуры формирования заключений по радиационному контролю.

Целью предлагаемой работы является экспериментальная оценка возможности повышения качества радиографического контроля за счет применения цифровых технологий на стадии расшифровки радиографических пленок.

Экспериментальные исследования

Объектом экспериментальных исследований являлись радиографические изображения сварных швов изделий из стали толщиной в диапазоне от 2 мм до 16 мм. При получении радиографических изображений и их анализе руководствовались рекомендациями [5–7]. В ходе экспериментальных работ радиографические пленки на первом этапе анализировались визуально с помощью негатоскопа – традиционная технология расшифровки, а на втором этапе применялись цифровые технологии. Цифровые технологии сводились к сканированию рентгеновских пленок на специальном сканирующем устройстве EPSON EXPRESSION 10000XL и последующем анализе цифровых радиографических изображений с помощью программы DIADA на персональном компьютере. На всем цикле экспериментальных исследований классические и оцифрованные радиографические изображения расшифровывались независимо специалистами по радиационному методу контроля второго уровня. Один специалист непрерывно расшифровывал аналоговые радиографические изображения, а второй – оцифрованные радиографические изображения с помощью программы DIADA. Такой подход обусловлен необходимостью уменьшения влияния субъекта на результат анализа радиографических изображений объектов контроля. Общее количество исследуемых радиографических изображений сварных соединений изделий из стали различной толщины равнялось пятидесяти. Изначально были отобраны изображения объектов, имеющие дефекты.

Для иллюстрации на рисунке 1.а приведено цифровое радиографическое изображение сварного соединения толщиной 10 мм. Источник рентгеновского излучения – рентгеновский аппарат постоянного действия РАП-160-5 с максимальной энергией 160кeВ, мощность дозы рентгеновского излучения не меньше 16 сГр/мин на расстоянии 1 метр. Анодный ток равнялся 3,5 мА. В качестве регистратора рентгеновского излучения использована рентгеновская кассета Agfa Structurix D7 с усиливающим экраном, производитель – AGFA (Бельгия). Расстояние между источником излучения и рентгеновской кассетой составило 0,3 метра. Экспозиция равнялась 1 минуте. Рентгеновская плёнка проявлялась в проявочной машине Colenta INDX 900E. Для имитации дефектов и оценки чувствительности использован канавочный эталон чувствительности Fe № 11, а также проволочный эталон Fe №13, которые изготовлены согласно требованиям [5].

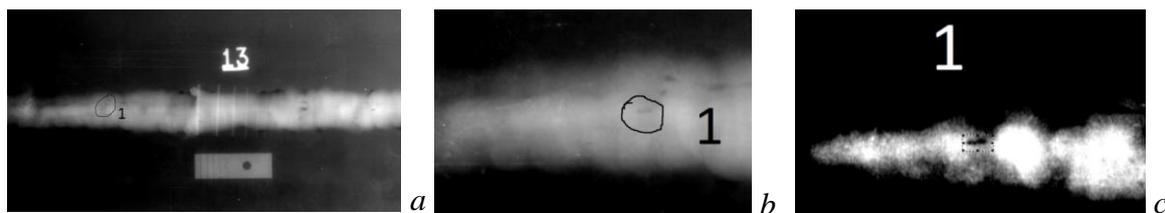


Рис. 1 Цифровое радиографическое изображения сварного соединения:
a – исходное изображение; *b* – область 1 увеличена, дефект – непровар; *c* – изменен контраст области 1

Чувствительность по указанному выше стальному эталону составила 0,2мм. На рисунке 1.*a* выделена область 1 с оптической локальной неоднородностью, на примере которой удобно продемонстрировать возможности цифровых технологий применительно к анализу оцифрованных радиографических изображений. Выделенная на изображении область имеет похожую на дефект локальную неоднородность, поэтому область интереса была увеличена в масштабе с помощью одной из многочисленных опций программы DIADA (рис. 1.*b*). Данная процедура необходима для более детального анализа области интереса, результатом этой процедуры является увеличенное изображение. Увеличенное изображение может быть подвергнуто дополнительным трансформациям. В рассматриваемом примере контраст области, окружающей локальную неоднородность, был изменен. Указанная процедура называется операцией контрастирования. Результат этой операции приведён на рис. 1.*c*. Изображение локальной неоднородности, идентифицированной как дефект типа «непровар», по сравнению с рис. 1.*b* выглядят более контрастно относительно фона, в данном случае изображения сварного шва. Операция контрастирования приводит к повышению вероятности обнаружения малоконтрастных дефектов и к более детальному анализу любых локальных неоднородностей. Необходимая детализация позволяют в итоге более точно определить форму изображений дефектов и оценить размеры найденных дефектов либо фрагментов объекта контроля при помощи опции «линейка» программного комплекса DIADA.

Следует отметить, что цифровые технологии позволяют увеличить и другие качественные показатели радиографического контроля. 1. Сократилось общее время на процедуру поиска и фиксации дефектов, при «классической» расшифровке общие временные затраты около 85 минут на 25 снимков, а при расшифровке по оцифрованным снимкам около 35 минут. Данные показатели говорят о существенном уменьшении временных затрат на расшифровку снимков. Улучшаются экономические показатели работы специалиста и условия его труда. 2.

Программа DIADA предоставляет ряд опций для работы с оцифрованными радиографическими изображениями. К этим опциям относятся: увеличение зоны интереса для её детального анализа; изменение контраста интересующей области или дефекта; оценка линейных размеров.

Заключение

Анализ результатов проведённых исследований позволяет сделать вывод об эффективности применения цифровых технологий для обработки аналоговых радиографических изображений с помощью сканера EPSON EXPRESSION 10000XL. Увеличивается вероятность обнаружения малоконтрастных дефектов при сохранении требуемой разрешающей способности систем радиографического контроля. Существенно сокращается время анализа радиографических изображений, что приводит к уменьшению итоговых экономических затрат. Улучшаются условия труда специалистов по обработке радиографических изображений.

Список информационных источников

1. Rusca, S. Radiografia Digitale: Caratterizzazione dei sistemi CR per applicazioni industriali // Rivista Italiana della Saldatura. – 2012. – 64(5). – P. 641–649.
2. Капустин, В.И., Осипов, С.П. О критериях сравнения различных модификаций методов цифровой радиографии // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 12. – С. 25–32.
3. Чахлов, С.В. Программный комплекс «Диада 4.6». Описание и инструкция по эксплуатации. – М.: "МИРЭА", 2010. – 99 с.
4. Гнедин, М.М., Точинский, Е.Г., Чахлов, С.В. Документальное обеспечение радиографического контроля сварных соединений при изготовлении изделий ответственного назначения на экспорт в страны ЕС. – Контроль. Диагностика. – 2013. – №13. – с.170–172.
5. ГОСТ 7512-82 – Контроль неразрушающий, сварные соединения, радиографический метод.
6. ISO 14096-2-2005 – Контроль неразрушающий. Оценка систем оцифровки радиографической пленки. Часть 2. Минимальные требования.
7. Ключев, В.В. Неразрушающий контроль. Том 1, книга 2, Радиационный контроль. – М.: Машиностроение, 2008. — 237 с.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ И ТЕСТ-ПАНЕЛЕЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛА С ОТКРЫТЫМИ И ТУПИКОВЫМИ ТРЕЩИНАМИ ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

Зайцева А.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Калиниченко Н.П., к.т.н., доцент кафедры физического методов и приборов контроля качества

Капиллярный метод контроля – это метод, основанный на капиллярном проникновении индикаторных жидкостей в полости поверхностных несплошностей материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов.

Контроль изделий производится с помощью дефектоскопических материалов (ДМ), которые комплектуются в наборы для капиллярной дефектоскопии: очиститель, пенетрант, проявитель.

Наборы подвергаются периодической проверке на контрольных образцах (КО).

КО представляет собой металлическую пластинку, как правило, с одиночной тупиковой трещиной с шириной раскрытия в соответствии с заданным классом чувствительности. К недостаткам контрольных образцов из металла следует отнести ограниченный ресурс использования в связи с окислением стенок трещин и накоплением остатков ДМ после их использования.

В последние годы на кафедре ФМПК Томского политехнического университета стали разрабатываться КО из неметалла, а точнее, на основе эпоксидного клея. По сравнению с металлическими образцами, КО из неметалла имеют ряд преимуществ: простота и дешевизна в изготовлении, возможность качественной очистки, ввиду их прозрачности, получение дефектов с нормированными параметрами.

Иногда требуется оперативно сравнить два или несколько наборов ДМ между собой с целью выбора лучшего. Для этого применяют тест-панели (ТП).

К примеру, зарубежная тест-панель JIS Z 2343-3 представляет собой бронзовую пластину с нанесенным никель-хромовым покрытием заданной толщины. На поверхности такой панели реализованы трещины путем приложения изгибающего усилия в перпендикулярном направлении будущих дефектов. Глубина трещин определяется толщиной покрытия.

Разрезание пластины пополам в направлении, перпендикулярном направлению трещин, позволяет создать комплект из двух панелей, обладающих высоким подобием. Создание трещин п-образной формы (трещины выходят на боковые грани) может дать несколько завышенные результаты при определении чувствительности дефектоскопических наборов, так как при нанесении пенетранта воздух из полости такой трещины легко выдавливается, почти не препятствуя проникновению в нее жидкости. Поэтому даже низкочувствительный пенетрант в некоторых случаях может обеспечить достаточно контрастные индикаторные следы трещин, соответствующие более высокому классу чувствительности.

В запертых трещинах (образованных в центральной области поверхности контрольного образца или тест-панели) проникновение пенетранта происходит по-другому: запираемый в полости дефекта воздух препятствует быстрому и полному ее заполнению пенетрантом [1].

В настоящее время производители контрольных образцов и тест-панелей не приводят никакой информации о глубине трещин, так как измерение данного параметра на уровне десятков-единиц сотен мкм достаточно проблематично.

Изготовление ТП позволяет реализовать трещины как п-образной формы, так и запертой по разным классам чувствительности.

В первом разработанном варианте (рисунок 1) на поверхности ТП реализовано 3 трещины, имеющие ширину раскрытия по III классу чувствительности. В данной варианте трещины выходят на грани панели, то есть являются открытыми, что позволяет контролировать и измерять глубину трещин.

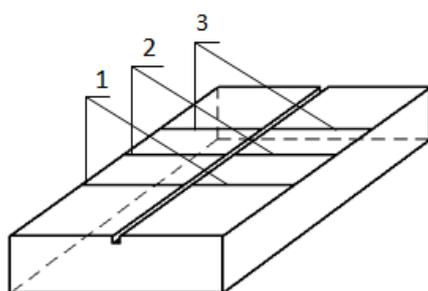


Рисунок 1 – ТП с тремя трещинами (1, 2, 3) по III классу чувствительности

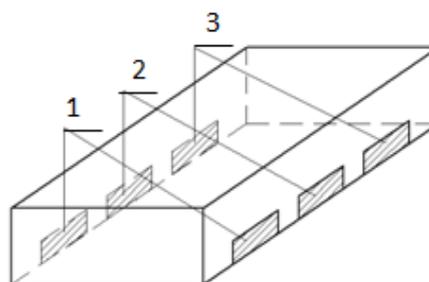


Рисунок 2 – Прямоугольный брусок из неметалла с установленными полосками (1, 2, 3)

Технология изготовления ТП с запертыми трещинами приведена ниже. Изначально подготавливается брусок из неметалла (на основе эпоксидного клея) с меньшими размерами, чем у будущей ТП. Затем

вырезаются металлические полоски одинаковой длины и ширины (рисунок 2). В данном случае материалы для полосок были следующими: слюдяная пластинка с напыленным слоем серебра; сусальное серебро; металлическая фольга

Далее подготовленные полоски приклеиваются эпоксидным клеем попарно друг против друга по боковым сторонам бруска в его нижней (донной) части.

Затем, брусок помещается в заранее подготовленную форму больших размеров, которые будут определять габариты тест-панели. После этого форма заливается эпоксидным клеем до необходимого уровня.

После затвердевания эпоксидного клея заготовка извлекается из формы, шлифуется до требуемых параметров трещин (особенно глубины) и полируется. Остатки металлической фольги вытравливаются с помощью раствора хлорного железа.

Затем прорезается канавка (фрезой), тем самым рабочая поверхность панели разделяется на две симметричные части (рисунок 3).

При изготовлении ТП с запертыми трещинами, как было указано выше, возникают трудности измерения глубин трещин.

Ниже предложен вариант контроля глубины запертых трещин в рассматриваемой выше ТП.

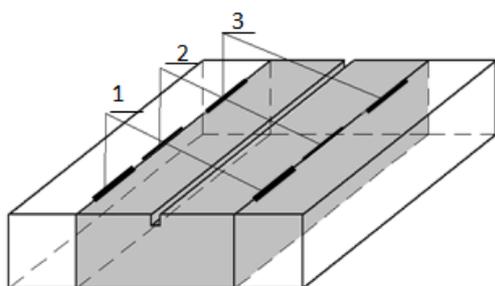


Рисунок 3 – ТП по трем классам чувствительности: 1 – трещина по III классу чувствительности; 2 – трещина по I классу чувствительности; 3 – трещина по III классу чувствительности

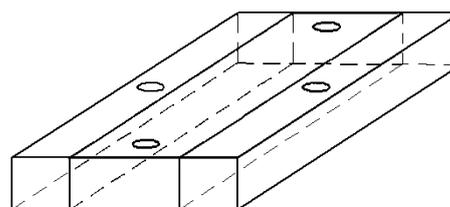


Рисунок 4 – Заготовка с отверстиями

На рабочей поверхности заготовки до вытравливания необходимо просверлить несколько отверстий диаметром 2-3 мм (рисунок 4). Глубина отверстий должна быть равна ширине приклеенных металлических полосок. Контролировать глубину отверстий при

обработке, а, значит, и ширину остающейся ширины полосок можно с помощью приспособления для измерения глубины подрезов (рисунок 5) [5].



Рисунок 5 – Индикаторный глубиномер на выносных опорах

Выводы:

—предложенные варианты контроля глубины запертых трещин в контрольных образцах и тест-панелях из неметалла позволяют с высокой точностью определять их глубину;

—изготовление образцов с широким диапазоном глубин трещин дает возможность проводить различные практические исследования по гидродинамике заполнения и проявления дефектов, по характеру воздействия внешних факторов (температура, влажность и т.д.) на параметры дефектов.

Список информационных источников

1. Мигун Н.П. Тепловые воздействия при капиллярном неразрушающем контроле/ Н.П. Мигун, А.Б. Гнусин. – Минск: Беларус. Навука, 2011.-131с.

2. ГОСТ Р ИСО 3452-3-2009. Контроль неразрушающий. Проникающий контроль. Часть 3. Испытательные образцы. ISO 3452-3: 1998 (E) International standard Non-destructive testing – Penetrant testing- Part 3: Reference test blocks (ITD).

3. Калиниченко Н. П. , Калиниченко А. Н. , Лобанова (Конарева) И. С. , Попова А. Ю. , Борисов С. С. Технология изготовления и исследование образцов для испытаний средств капиллярного неразрушающего контроля из неметаллов // Измерительная техника. - 2014 - №. 5. - С. 8-11.

4. Калиниченко Н.П., Калиниченко А.Н., Лобанова И.С., Зайцева А.А. Универсальные тест-панели из неметалла для капиллярной дефектоскопии. //Дефектоскопия, 2015, т.51, №10. С.49-53.

5. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСЕНСОРОВ ДЛЯ СЪЁМА ПОВЕРХНОСТНЫХ БИОПОТЕНЦИАЛОВ ЧЕЛОВЕКА

Зубрилова М.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Авдеева Д.К. д.т.н., профессор кафедры
физический методов и приборов контроля качества*

В каждом живом организме, в том числе в организме человека, происходит бесчисленное количество разных химических реакций, в них участвуют мириады разнообразных молекул, значительная часть которых ионизирована. А там, где есть ионы, там, где они накапливаются или перемещаются, там появляются вполне заметные электрические токи и напряжения. По этим токам и напряжениям (биотоки и биопотенциалы) нередко удается судить о состоянии организма и ходе некоторых процессов в нем.

Под биоэлектрическим потенциалом понимают электрические потенциалы живых организмов, которые обеспечивают возможность клеткам и тканям быть источниками электрического тока, а так же выступать в качестве электрических проводников. Положительные и отрицательные электрические заряды разделены между внутренней и наружной поверхностью мембраны клетки, что является основой биопотенциалов. Внутренняя поверхность клетки, в состоянии покоя заряжена всегда отрицательно, а внешняя положительно, такой потенциал составляет порядка 0,05-0,09В [1].

Различают следующие электрофизиологические исследования: электрокардиография - исследование электрической активности сердца; электроэнцефалография - исследование электрической активности головного мозга; электромиография - исследование электрической активности мышц и др. Важным достоинством биоэлектрических методов исследований является то, что вся процедура безболезненна и безвредна, даже при длительном применении [2].

С помощью двух электродов снимают электрофизиологические параметры биполярным и монополярным способами. При биполярном отведении электроды измеряют разность потенциалов между двумя точками, располагаясь в активной зоне. При монополярном отведении один электрод располагается в нулевой зоне (зона с пренебрежимо малой биологической активностью), а другой – сигнальный –

располагается в активной зоне. При этом измеряется абсолютная величина биопотенциала.

Выделяется 4 группы электродов по особенностям применения:

- 1) для однократного использования;
- 2) для постоянного наблюдения биоэлектрических сигналов (контроль состояния человека в процессе трудовой деятельности);
- 3) для динамических наблюдений (в спортивной медицине и палатах реабилитации);
- 4) для применения в условиях экстренной помощи[3].

По типу контакта с биообъектом различают подкожные (игольчатые) накожные (поверхностные) электроды. Среди поверхностных электродов в зависимости от характера сопротивления кожно-электродного контакта можно выделить следующие группы: емкостные, металлические, резистивно-емкостные и резистивные. В зависимости от необходимости использования физиологического раствора или пасты электроды делят на влажные и сухие.

Электроды делятся по склонности к поляризации на слабополяризующиеся, неполяризующиеся и поляризующиеся. Данные электроды также классифицируют по материалу активного слоя, способу крепления, форме и другим признакам. Наиболее полная классификация биомедицинских измерительных электродов приведена в ГОСТ 24878–81 (СТ СЭВ 2483–80) «Электроды для съёма биоэлектрических потенциалов».

Ряд требований предъявляется к материалу и конструкции электродов, определяемых свойствами биообъекта и специфическими условиями физиологического эксперимента:

- 1) биологическая инертность (нетоксичность);
- 2) возможность надёжного и удобного крепления;
- 3) хорошая электропроводность;
- 4) отсутствие поляризации, высокая помехоустойчивость к специфическим помехам;
- 5) физико-химическая инертность;
- 6) малые габариты и вес;
- 7) высокая прочность;
- 8) простота и долговечность;
- 9) лёгкость и пластичность;
- 10) стабильность измерений [4].

Помимо ранее перечисленных достоинств биоэлектрических электродов, также существует ряд недостатков, основными из которых являются помехи при снятии данных, а так же сравнительно не большая чувствительность. Решение данной проблемы является актуальной

задачей. В настоящее время в Томском политехническом университете разработаны высокочувствительные наносенсоры (рисунок 1).



Рисунок 1 – Наносенсоры

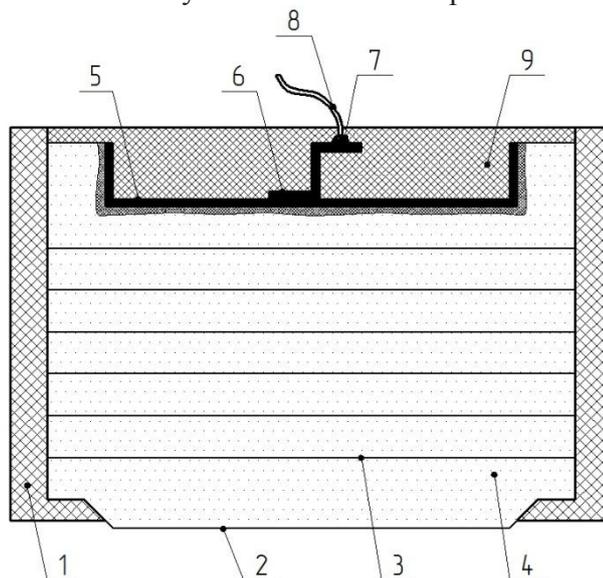


Рисунок 2 - Конструкция наносенсоров. 1 – диэлектрический корпус, 2 – контактный элемент, 3 диэлектрические пластины, 4 – наночастицы серебра, 5 – слой серебра, 6 – токоотводящий серебряный элемент, 7 – спай, 8 – проводник, 9 – герметик.

Наносенсоры — это также медицинские электроды, но они в отличие от существующих в мире (ученым ТПУ удалось создать единственные в мире) обладают помехоустойчивостью и высоким разрешением. Они аккумулируют сигнал и ослабляют помехи [5].

Список информационных источников

1. От нейрона к мозгу / Пер. с англ. П. М. Балабана, А.В.Галкина, Р. А. Гиниатуллина, Р.Н.Хазипова, Л.С.Хируга. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 672 с., цв. Вкл
2. Методы электрофизиологических исследований. Съём биопотенциалов // http://otherreferats.allbest.ru/medicine/00098876_0.html
3. ГОСТ 24878-81 (СТ СЭВ 2483-80) Электроды для съема биоэлектрических потенциалов. Термины и определения. – Москва: ИПК Изд-во стандартов, 1982. — 7 с.
4. Лекция 3. Регистрация электрофизиологической информации // moodle.dstu.edu.ru/mod/resource/view.php?id=30612
5. Служба новостей ТПУ // <http://news.tpu.ru/news/2014/07/07/21896/>

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ ИСТИРАНИЕМ

Иванов Д.Д., Федоров Е.М.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Федоров Е.М., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Работа содержит описание испытания механической прочности изоляции методом истирания. Основными документами, в которых приводятся технические требования к кабельным изделиям, в России являются государственные стандарты (ГОСТ).

ГОСТ 14340.10-69

1. ОТБОР ОБРАЗЦОВ

1.1. Испытанию должны быть подвергнуты провода, не имеющие механических повреждений и хранившиеся в условиях, указанных в стандарте или технических условиях на провода.

1.2. Образцы провода перед испытанием должны быть смотаны с катушки без растяжения и изгибов.

1.3. Поверхность образцов должна быть протерта без растяжения и изгибов чистым сухим мягким материалом.

1.4. От испытываемой катушки с проводом должны быть отобраны два образца длиной не менее 200 мм каждый при испытании иглой диаметром 0,4 мм и один образец провода длиной не менее 350 мм при испытании иглой

диаметром 0,23 мм. Образцы должны быть выпрямлены с удлинением не более 1 %.

С одного конца каждого образца на длине 10—15 мм должна быть удалена изоляция.

2. Аппаратура

2.1. Испытание на истирание иглой диаметром 0,23 мм

2.1.1. Испытание проводят в одном направлении со скоростью (400 ± 40) мм/мин на устройстве, указанном на рис. 1.9.

Устройство должно иметь шкалу, градуированную в значениях коэффициента, на который умножают начальную нагрузку для определения «нагрузки до повреждения изоляции».

Длина рычага устройства — около 250 мм.

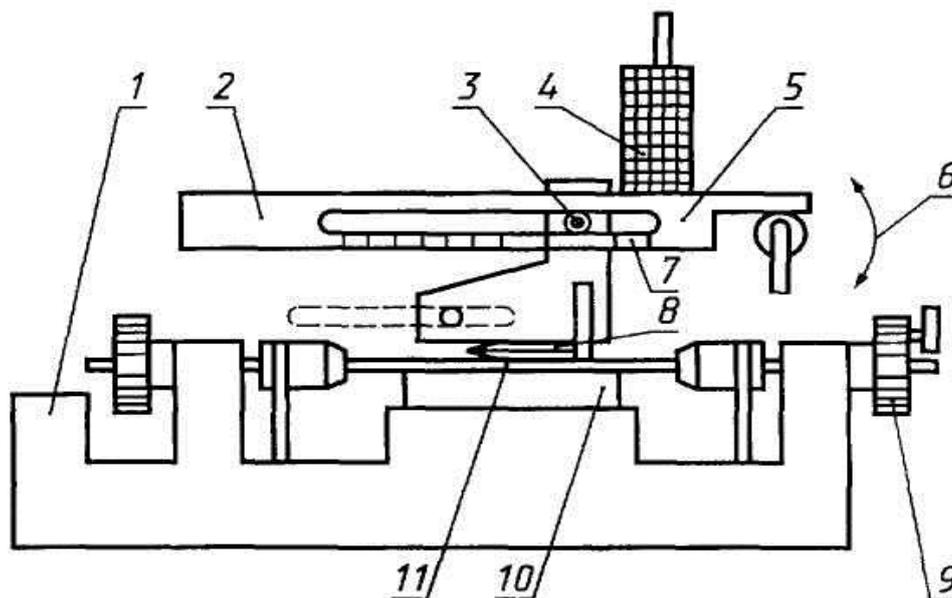


Рис. 1. 1 — основание; 2 — фиксированная точка вращения; 3 — указатель; 4 — груз; 5 — нагружающее истирающее устройство (рычаг); 6 — устройство возврата рычага; 7 — шкала с указанием коэффициента; 8 — игла; 9 — планшайба для изменения угла на 120° ; 10 — опора, перемещающаяся по высоте; 11 — испытуемый образец

2.1.2. Напряжение между жилы образца провода и иглой должно быть $(6,5 \pm 0,5)$ В; ток короткого замыкания при помощи последовательно включаемого сопротивления или реле ограничивают до 20 мА.

2.1.3. Электрическая цепь должна обеспечивать обнаружение повреждения эмали и отключение устройства при удалении эмали не более чем на 3 мм по длине образца провода.

2.2. Испытание на истирание иглой диаметром 0,4 мм

2.2.1. Испытание проводят на устройстве. Устройство состоит из электродвигателя, его привода с редуктором и эксцентриком, скребка

со стальной иглой на конце, набора грузов для установления соответствующей нагрузки на иглу, приспособления для поворота на заданный угол испытуемого образца вокруг его оси, реле автоматического отключения двигателя при возникновении контакта между иглой и жилой провода и счетчика числа двойных (возвратно-поступательных) ходов иглы.

ГОСТ 15634.2-70 1.ОТБОР ОБРАЗЦОВ

1.1. Испытанию должны быть подвергнуты провода, не имеющие механических повреждений и хранившиеся в условиях, указанных в стандартах или технических условиях на обмоточные провода.

1.2. Образцы провода перед испытанием должны быть смотаны с катушки без растяжения и изгибов.

1.3. От испытуемой катушки или барабана с проводом должно быть отобрано два образца, каждый длиной не менее 200 мм, если в стандарте или технических условиях на провода не предусмотрено большее количество образцов.

Образцы должны быть выпрямлены без удлинения.

С одного конца каждого образца на длине 10 - 15 мм должна быть удалена изоляция.

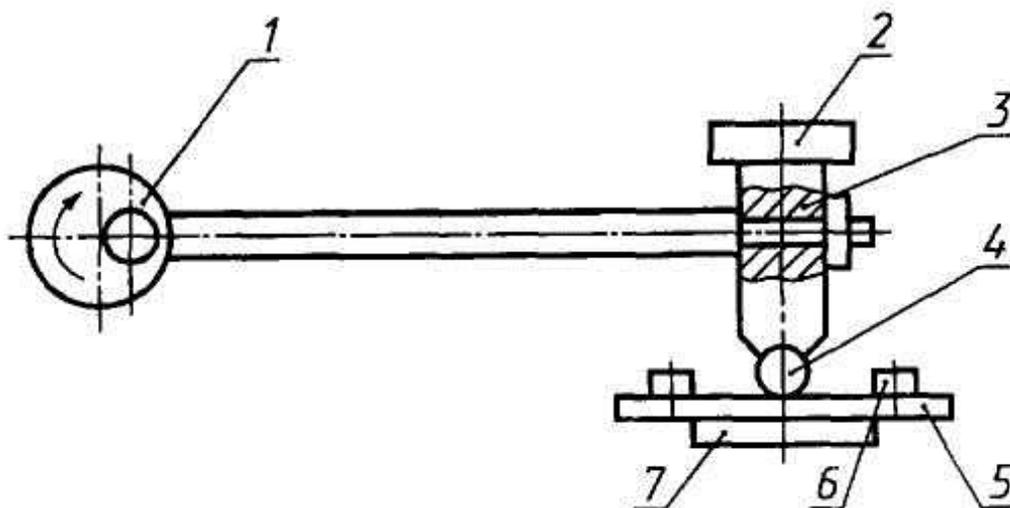


Рис. 1.1. 1 — эксцентрик; 2 — груз; 3 — головка скребка; 4 — игла; 5 — образец провода; 6 — зажим; 7 — пластина для крепления образца

2. АППАРАТУРА

2.1. Для проведения испытания должен применяться скребковый прибор, состоящий из электродвигателя, его привода с редуктором и эксцентриком, скребка со стальной иглой на конце, набора грузов для

создания соответствующей нагрузки на иглу, приспособлений для закрепления и поворота испытуемого образца в соответствующее положение, реле автоматического отключения двигателя при возникновении контакта между иглой и проволокой и счетчика числа двойных (возвратно-поступательных) ходов иглы.

Прибор должен соответствовать технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Схема рабочей части скребкового прибора указана на чертеже.

Стальная игла диаметром 0,6 мм по ГОСТ 8030.

Игла расположена горизонтально, под прямым углом к образцу и движется вдоль оси образца под нагрузкой.

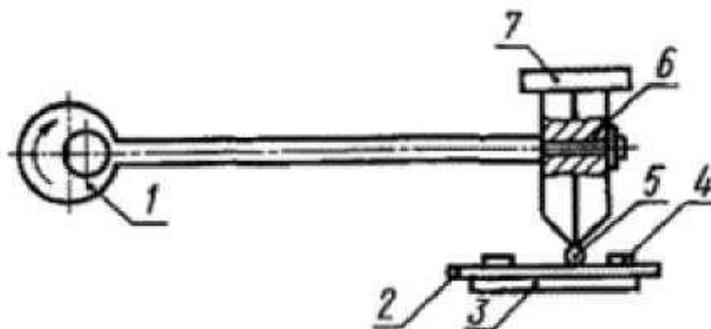


Рис. 2. 1 - эксцентрик; 2 - образец провода; 3 - пластина для крепления образца; 4 - зажим; 5 - игла; 6 - головка скребка; 7 - груз

Список информационных источников

1.ГОСТ 15634.2-70 Провода обмоточные. Метод испытания механической прочности изоляции на истирание.

2.ГОСТ 14340.10-69. Провода эмалированные круглые. Методы испытания механической прочности изоляции на истирание.

3.ГОСТ Р 51804-2001 Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий.

4.ГОСТ 24812-81 Испытания изделий на воздействие механических факторов.

5.ГОСТ 28214-89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УЛУЧШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Иванова В.А.

Томский политехнический университет, г.Томск

*Научный руководитель: Редько Л.А., к. т. н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Основной характеристикой любой организации, которая существует в условиях рыночной экономики, является осуществление ею производственной деятельности.

Производственная деятельность – состав деятельности рабочих при помощи предметов труда, требуемых для переработки ресурсов в конечную продукцию.

Целью производственной деятельности каждого предприятия является выпуск продукции, ее реализация и получение максимальной прибыли.

Для успешного развития предприятия и получения прибыли, каждой организации требуется постоянное улучшение и своевременное устранение возникающих проблем.

Проблема - это сложный вопрос, сложная задача, которая требует решения.

Объектом исследования в работе выступает предприятие ООО «Сибирьлес». ООО «Сибирьлес» - это предприятие по заготовке и переработке древесины в Зырянском районе Томской области. Основной вид деятельности предприятия: обработка древесины с целью изготовления шпона лушеного, а также пиломатериалов.

Для выяснения, с какими проблемами сталкивается деревообрабатывающее предприятие ООО «Сибирьлес» в данной работе будет использоваться SWOT анализ (см. таблица 1).

Технология SWOT анализа широко используется в стратегическом управлении и менеджменте, так как является одновременно простым и качественным инструментом для оценки конкурентоспособности компании на рынке.

Расшифровка SWOT: S= Strengths, сильные стороны товара; W=Weaknesses, слабые стороны товара; O=Opportunities, возможности компании; T=Threats, угрозы компании.

Главной особенностью метода является то, что начиная с 1980-х годов SWOT анализ активно применяется для разработки стратегических решений и не утратил своей актуальности за все время существования в инструментарии менеджеров.

Таблица 1 - SWOT анализ ООО «Сибирьлес»

	Внешние возможности	Внешние угрозы
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выпуск качественной продукции 2. Выход на другие рынки сбыта 3. Разработка и выпуск новых видов продукции 4. Проведение ценовой политики закупок сырья 5. Привлечение инвесторов 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общее кризисное состояние экономики 2. Изменение курсов валют 3. Значительные темпы инфляции
Внутренние сильные стороны	Сила и возможности	Сила и угрозы
<ol style="list-style-type: none"> 1. Хорошая репутация 2. Наличие сертификата FSC 3. Конкурентоспособность 4. Наличие иностранных инвесторов 5. Сотрудничество с фирмой ИКЕА 6. Наличие оборудования турецкой фирмы Istunkarli 7. Наличие производственного участка для собственной заготовки древесины(8000 Га) 8. Наличие поставщиков и потребителей 9. Удобное местоположение предприятия 10. Наличие квалифицированного персонала 11. Наличие всех коммуникаций 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Стабильное положение на рынке 2. Повышение конкурентоспособности 3. Увеличение рабочих мест 4. Выход на новые рынки или сегменты рынка 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличение темпов инфляции и изменение курсов валют приводит к сужению емкости внешнего рынка 2. Стабильная ситуация в организации 3. Возможность появления новых конкурентов
Внутренние слабые стороны	Слабость и возможности	Слабость и угрозы
<ol style="list-style-type: none"> 1. Большое количество древесных отходов 2. Загрязнение окружающей среды 3. Недостаточная квалификация персонала 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использование древесных отходов для производства нового вида продукции 2. Оплата обучения для сотрудников 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спад конкурентоспособности 2. Сокращение персонала 3. Низкая заработная плата 4. Закрытие предприятия

В результате проведения SWOT анализа были выявлены основные проблемы ООО «Сибирьлес» - большое количество древесных отходов;

загрязнение окружающей среды; недостаточная квалификация персонала. Рассмотрим возможные решения возникших проблем.

1. Большое количество древесных отходов

На предприятии ООО «Сибирьлес» для переработки леса-кругляка установлен пилорамный комплекс. В лесопильных цехах при распиловке пиломатериалов хвойных и лиственных пород образуются следующие отходы: кора, горбыль, опилки. В организации ООО «Сибирьлес» при производстве шпона березового отход составляет 45%(1591,14 м³/год), а при производстве пиломатериала – 40%(10914,78 м³/год).

Изучая первую проблему, были рассмотрены следующие методы использования древесных отходов:

- Сжигание;
- Технологическое сырье для другого предприятия;
- Производство ДСП (древесно-стружечная плита);
- Производство ДВП (древесноволокнистая плита);
- Брикетирование;
- Пеллетирование.

2. Загрязнение окружающей среды

В качестве поиска причин возникновения данной проблемы было решено провести сравнительную характеристику предприятия на соответствие требованиям стандарта ISO 14001 Системы экологического менеджмента – Требования и руководство по применению.

3. Недостаточная квалификация персонала

Не каждая организация имеет возможность направить своего работника на курсы повышения квалификации вне рабочего места. Поэтому, для начала, рассмотрим методы обучения на рабочем месте.

Методики обучения кадров не выходя с рабочего места:

1. Приобретение практического опыта. Составление индивидуального плана профессионального обучения;

3. Другое рабочее место;

4. Работа в качестве ассистентов, стажеров;

Также рассмотрим случаи, когда у предприятия есть возможность организовать обучение персонала не на рабочем месте.

Методы обучения персонала вне рабочего места:

1. Чтение лекций.

2. Программированные курсы обучения.

3. Конференции, семинары.

4. Деловые игры. Помогают научиться правильно вести себя в создавшихся производственных ситуациях.

5. Рабочая группа («кружок качества» и «вместо учебы»). Повышение квалификации и обучение персонала будет эффективным только в том случае, если затраты на обучение будут меньше затрат, связанных с ошибками в найме рабочих кадров.

Список информационных источников

1. Грачёв, А.Н. Утилизация отработанных деревянных шпал методом пиролиза / А.Н. Грачёв и др. // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2008. - №5. С. 166-170.

2. ГОСТ 18288-87 «Производство лесопильное. Термины и определения» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://derevo.s3.amazonaws.com/gost/18288-87.pdf>

3. ГОСТ 99-96 «Шпон лущеный. Технические условия» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/GOST9996SHponlushhenyjTex.html>

4. Лесоматериалы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D1%81%D0%BE%D0%BC%>

5. Пиловочник, фанкряж и баланс. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.komles.ru/?p=article&id=6>

6. ГОСТ 22296-89 Балансы для экспорта. Технические условия. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_2229689_E_Balansy_dlya_ek.html

7. Пиломатериалы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B](http://www.gosthelp.ru/text/GOST9996SHponlushhenyjTex.html)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОЕЗДА МАРШРУТНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Иванова Т. О.

Томский политехнический университет

Научный руководитель: Плотникова И.В., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

Под оптимизацией процессов принято понимать частичное совершенствование уже существующих в организации процессов, происходящее вследствие избавления явно выраженных недостатков:

дублирование функций, информационные петли т.д. Оптимизация процессов в организации оформляется соответствующей нормативной документацией, а так же организационно-распорядительными документами.

Применять оптимизацию бизнес-процессов нужно в тех случаях, когда предприятию нужно улучшить свою работу, например, сократить производственный цикл, снизить затраты, принять срочные меры по выходу из кризиса и так далее. Чаще всего оптимизируют только основные и ключевые процессы, дающие наибольший эффект.

Обычно, оптимизация проходит следующим образом: на начальном этапе выделяются четкие описания уже существующих процессов в виде модели AS-IS. Следующим пунктом станет анализ задач исследуемых процессов, и оценка оптимальности выполняемых действий. После того как все недостатки выявлены, переходим к анализу оптимальности в принципе всего бизнес-процесса. Смыслом следующего этапа становится разработка предложений по исправлению обнаруженных ошибок, после чего строится модель TO-BE. Итогом оптимизации становится оценка вероятных ухудшений от проведенных изменений, так как не мало важно помнить о том, что устранение дефектов о одному критерию процесса вполне может привести к их появлению, но уже по другому критерию. Необходимо уметь обнаруживать такого рода последствия и оценивать их плюсы и минусы. Однако, стоит держать во внимании такой фактор, как человеческий: оптимизация несет усиленный контроль исполнителей, а это может вызвать недовольство со стороны исполнителей.

Для достижения ожидаемого результата, обновленные бизнес-процессы нужно зафиксировать не только в регламентных документах организации, но и в управленческой информационной системе. Залог успешной оптимизации процессов - функционирующая система управления процессами на предприятии.

ОАО «Томскавтотранс» – это крупнейшее транспортное предприятие Томской области в котором на сегодняшний день трудятся более 150 человек. Предприятие осуществляет пассажирские перевозки жителей Томска и области в другие города и поселки Томской, Новосибирской, Кемеровской областей, Алтайского, Красноярского края, Казахстана, Киргизии.

Маршрутная сеть общественного транспорта города Томска достаточно развита и позволяет жителям перемещаться по городу с минимумом пересадок.

Вместе с тем существующие в городе регулярные маршруты муниципальной маршрутной сети пассажирского транспорта

представляют из себя довольно беспорядочную совокупность «старых» традиционных маршрутов и «новых» — коммерческих.

«Старые» — это сложившиеся с советских времен маршруты, которые обеспечивали транспортные потребности населения города, исходя из потребности 30-ти летней давности.

«Новые» — это появившиеся достаточно стихийно за последние 15-20 лет маршруты, имеющие целью своего создания и функционирования исключительно причины коммерческого характера — часто без учета реальных потребностей пассажиров и без социальных обременений.

В результате «новые» маршруты зачастую дублируют «старые», особенно на прибыльных участках. Создается дисбаланс экономически обоснованных тарифов на разных маршрутах, что делает невозможным справедливый учет интересов всех перевозчиков при утверждении тарифов.

В настоящее время в Томске помимо городского маршрутного транспорта, позволяющий нам передвигать в пределах города, (автобус № 23, № 19, № 29 и т.д.) существуют еще междугородние перевозки (Томск-Новосибирск, Томск-Кемерово и т.д.), а также транспорт, ходящий до пригородных поселков (№ 7, № 11, № 119 и т.д.). Функции, которые выполняют данные три вида пассажирских перевозок, схожи — то есть доставить людей до конечного пункта, но у каждого из них есть своя специфика. Например, расстояние, которое проходит транспорт, количество и время остановок. Однако, проблема с дублированием друг друга на основных пассажирообразующих участках наблюдается как у городского маршрутного транспорта, так и у междугородних перевозках, и у транспорта, ходящего до пригородных поселков. Анализ и рассмотрение данной проблемы проведем на примере транспорта, ходящего до пригородных поселков.

На сайте «Томскавтотранс» есть возможность у пассажиров задать вопросы, написать свои жалобы и предложения по поводу того или иного маршрута — то есть обратная связь. Проанализировав жалобы пассажиров, особое внимание следует уделить маршруту № 119, так как большинство пользователей не довольны проездом данного автобуса.

Основная проблема заключается как раз во времени ожидания автобуса на отдаленных остановках, таких как Поселок Богашево, Аэропорт, Ягодное и т.д. Причиной этому служит необоснованное количество остановок по пути до конечной точки. Убрать их без пояснения невозможно, поэтому нужно провести ряд мероприятий по выявлению дублированного проезда, их анализа и последующих действий по усовершенствованию маршрута.

Итак, схемы маршрутов автобуса № 7 и № 119 на 80% дублируют друг друга на основных пассажиробразующих участках, что приводит к увеличению идентичных маршрутов, а также времени работы с низкой рентабельностью.

Маршрут № 119 разработан с целью привоза пассажиров до остановки в аэропорту. По мере проезда до конечной остановки, автобус заезжает и останавливается в поселках, что отнимает время и в тоже время не приносит достаточной выгоды от данных остановок. Параллельно маршруту 119 идет автобус 7, у которого совпадают остановки, начиная с пос. Лоскутово и заканчивая остановкой Транспортное кольцо. До этого маршрут №119 останавливается 5 раз в таких местах как: Аэропорт, Ягодное, Керамик, Пос. Богашево, Новостройка.

Убрать эти места, отведенные для остановки автобусы, не возможно, но вот проработать остановки именно после поселка Лоскутово, в частности исключить их, вполне реально.

Итак, проанализировав жалобы пассажиров рассматриваемого маршрута, можно сделать следующие выводы:

1. Водители маршруток останавливаются на многих остановках, что прямо влияет на скорость передвижения.

2. Пересмотр модели транспорта в зависимости от времени суток, а именно утром и вечером пускать автобусы большой вместимости, так как в это время самый большой поток людей, нежели днем, когда уместны будут автобусы маленькой вместимости.

3. Неоптимальная маршрутная схема.

4. Частное невыполнение графиков движения, снижение времени работы в вечерние часы.

Основываясь на данных выводах, следует сформировать мероприятия по решению проблем. По-моему, первоначальным этапом должно стать создание общей модели, отражающей последовательность шагов по совершенствованию проезда конкретного маршрута.

После чего выявляются узкие места в организации и во взаимодействии бизнес-процессов, определяется необходимость тех или иных изменений в существующей структуре.

Итак, пользователи транспортных услуг в настоящее время отдают предпочтение таким показателям, как соблюдение временных графиков прибытия автобусов, ответственность за безопасность и надежность.

Оптимизация была разделена на 6 этапов, каждый из которых охарактеризован, для лучшего понимания.

Смысл первого и второго этапов заключается в сборе информации о маршруте: время нахождения в пути, пересмотр писем с жалобами на

данный рейс и рассмотрение промежуточных остановок. Это нужно для того, чтобы сопоставить данные с жалобами пассажиров, и выявить, насколько происходит отклонение от маршрута.

Третий этап заключается в назначении ответственного за оптимизацию процесса. А если быть точнее - ответственного в группе, которая будет заниматься данной проблемой. Человек-руководитель над процессом необходим: на его плечах лежит мониторинг, анализ, мероприятия по улучшению.

Действия, направленные на улучшения стали четвертым этапом модели. Существующие жалобы анализируются, после чего намечаются действия, направленные на улучшение. Действия могут быть связаны с созданием нового, более выгодного и удобного маршрута или же с устранением ошибок в текущем.

Пятым и шестым этапами стали запуск нового или «исправленного» маршрута, а так же анализ полученных результатов. В случае повторного выявления «слабых мест» в запущенном маршруте, придется вновь передвинуться на второй этап в модели и повторить процесс еще раз.

Следовательно, оптимизировать работу предприятия нужно, если вы считаете, что по некоторым показателям оно должно работать лучше.

Также оптимизация может помочь, если все работники чётко знают, что им нужно делать, грамотно решают поставленные перед ними задачи и чтобы улучшить производство им достаточно просто вручить более совершенный инструментарий, автоматизировать часть производства.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ В ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦИФРОВОЙ РАДИОГРАФИИ

Игнатенко К.В., Осипов С.П., Осипов О.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., ведущий научный

сотрудник Российско-китайской научной лаборатории

радиационного контроля и досмотра

1 Введение

Для контроля крупногабаритных объектов методами цифровой радиографии (ЦР) используются источники высокоэнергетического рентгеновского излучения – бетатроны и линейные ускорители электронов [1–3]. С целью обеспечения высокого качества контроля,

которое характеризуется чувствительностью, пространственным разрешением и производительностью, для регистрации рентгеновского излучения применяют линейки, панели или матрицы радиометрических детекторов с малым поперечным размером и, как правило, незначительной толщиной, не обеспечивающей уровня эффективности регистрации, далекого от единицы. Высокоэнергетические фотоны при взаимодействии с материалом единичного сцинтилляционного детектора малого чувствительного объема оставляют в нем незначительную долю энергии [4], большая же часть энергии переносится в соседние детекторы или во внешнее пространство без регистрации. Энергия из сцинтилляционных детекторов переносится высокоэнергетическими вторичными фотонами и вторичными электронами, обладающими высокой проникающей способностью. В работе [5] приведены результаты радиальные зависимости среднего значения и среднего значения квадрата поглощенной энергии зарегистрированного фотона. В указанной работе не учитывается утечка вторичных электронов. В статье [6] частично устраняется упомянутый недостаток. Имеющихся в литературе данных недостаточно для корректного учета диссипации энергии из сцинтилляционных детекторов малого объема, входящих в состав систем ЦР. Решение этой задачи методом натурального эксперимента не представляется возможным в силу того, что задача является многопараметрической. В связи с этим, альтернативы имитационному моделированию не существует.

2 Основы алгоритма моделирования регистрации высокоэнергетических фотонов сцинтиллятором

Метод Монте-Карло применительно к переносу и регистрации гамма- и рентгеновского излучения подробно рассмотрен во множестве работ, например, [7, 8].

На первом этапе необходимо определиться с геометрией расчетов и с исходными данными.

2.1 Геометрия расчетов и исходные данные

Будем рассматривать цилиндрические сцинтилляторы радиусом r и толщиной h . Пучок фотонов является точечным, падает по оси пучка.

Материал сцинтиллятора варьируется – NaI, CsI, CdWO₄. Источник излучения немонотонноэнергетический с энергетическим спектром, описываемым формулой Шиффа. Проверочные расчеты предполагается провести для монотонноэнергетических источников гамма-излучения. Диапазон изменения максимальных энергий рентгеновского излучения

характерен для высокоэнергетической радиографии и рентгеновской вычислительной томографии – от 2 МэВ до 10 МэВ.

Целью расчетов является оценка среднего значения $\overline{E_{\Pi}}$ и среднего значения квадрата $\overline{E_{\Pi}^2}$ поглощенной энергии зарегистрированного фотона с учетом утечки энергии вторичных фотонов и электронов.

2.2 Алгоритм моделирования

Алгоритм моделирования переноса и регистрации рентгеновских фотонов состоит из нескольких повторяющихся этапов. На рис. 1 приведена блок – схема расчета методом Монте-Карло среднего значения и среднего значения квадрата поглощенной энергии зарегистрированного фотона. Рассмотрим основные этапы алгоритма.

1. Розыгрыш энергии фотона методом Неймана [8].
2. Расчет точки входа в чувствительный объем.
3. Розыгрыш пробега фотона.
4. Вычисление координат взаимодействия и проверка вылета из сцинтиллятора.
5. Розыгрыш вида взаимодействия.
6. Розыгрыш направления рассеяния и энергии вторичного фотона.
7. Розыгрыш направления движения вторичного электрона.
8. Подсчет энергии, оставленной вторичным электроном в приближении непрерывного замедления.
8. Переход к пункту 3.

3 Проверка адекватности имитационной модели

В работе [5] приведены аппроксимации зависимостей $\overline{E_{\Pi}}(E, r, h)$ и $\overline{E_{\Pi}^2}(E, r, h)$ для некоторых сцинтилляторов и моноэнергетических источников излучения, также указан подход к оценке максимальных значений $\overline{E_{\Pi}}$ и $\overline{E_{\Pi}^2}$ для рентгеновского излучения. Учет вторичных электронов приводит к равенствам $\overline{E_{\Pi}} = \overline{E_{\Pi}^2} = 0$ при условии $r=0$ или $h=0$.

Заключение

В работе предложена имитационная модель регистрации высокоэнергетических рентгеновских фотонов, которая может быть использована для расчета параметров систем цифровой радиографии и рентгеновской вычислительной томографии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

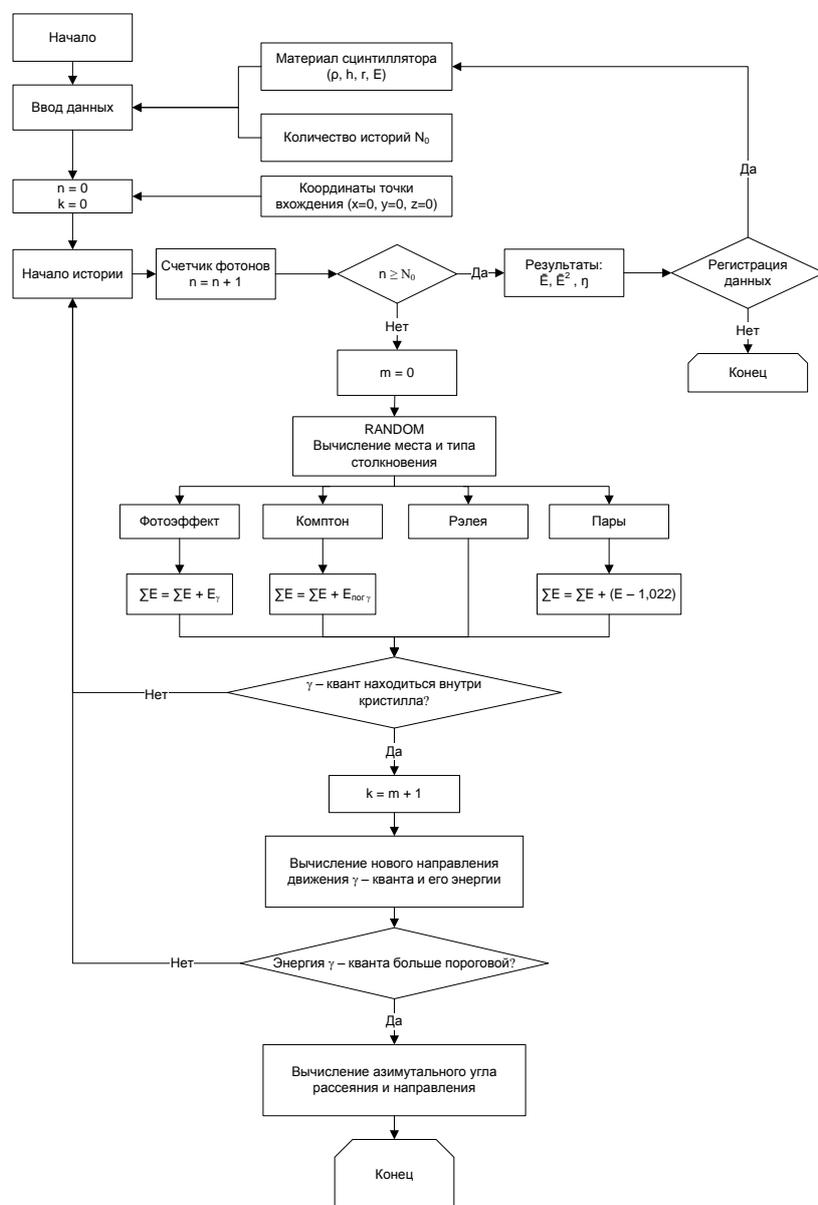


Рис. 2. Блок – схема расчета методом Монте-Карло среднего значения и среднего значения квадрата поглощенной энергии зарегистрированного фотона

Список информационных источников

1. Ueaska, M., Dobashi, K., Fujiwara, T., Pei, C., Wu, W., Kusano, J., Nakamura, N., Yamamoto, M., Tanabe, E., Ohya, S., Hattori, Yu., Miura, I., Ishida, M., Kimura, Yo. On-site nondestructive inspection by upgraded portable 950 keV/3.95 MeV X-band linac x-ray sources // Journal of Physics

B: Atomic, Molecular and Optical Physics. – 2014. – Vol. 47. – No. 23. – No. paper 234008. – 10 p.

2. Li, Y., Li, Y., Wang, S., Li, S., He, H. The development and evaluation of solid-state detector arrays for high energy X-ray imaging // Nuclear Science Symposium Conference Record, IEEE. – 2003. – Vol. 2. – P. 1374–1377.

3. Chakhlov, S V., Kasyanov, S.V., Kasyanov, V.A., Osipov, S.P., Stein, M.M., Stein, A.M., Xiaoming, S. Betatron application in mobile and relocatable inspection systems for freight transport control // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing. – 2016. – Vol. 671. – No. 1. – No. paper 012024. – 5 p.

4. Касьянов, В.А., Касьянов, С.В., Осипов, С.П. Особенности регистрации высокоэнергетического тормозного излучения в досмотровом контроле // Датчики и системы. – 2006. – № 3. – С. 10–13.

5. Завьялкин, Ф.М., Осипов, С.П. Зависимость среднего значения и флуктуаций поглощенной энергии от радиуса цилиндрического сцинтиллятора // Атомная энергия. – 1985. – 59. – вып. 4. – С. 281–283.

6. Завьялкин, Ф.М., Осипов, С.П. Расчет функций рассеяния линейки сцинтилляционных детекторов // Атомная энергия. – 1986. – Т. 60. – вып. 2 – С. 146–148.

7. Кольчужкин, А.М. Метод «Монте-Карло» в теории переноса излучения. Учебное пособие. – Томск: ТПУ. – 2004. – 104 с.

8. Руководство по радиационной защите для инженеров. Т. I. Перевод с англ. Под ред. Бродера Д.А. – М.: Атомиздат. – 1972. – 424 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕНТГЕНОСКОПИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Карбина Ю.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Плотникова И.В., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

Надежность электронной техники во многом зависит от надежности межблочного монтажа и печатных плат, следовательно, контроль качества печатных плат на всех этапах производства необходим, с помощью различных методов контроля.

Рентгеноскопический контроль плат в технологии сборки печатных узлов предназначен в первую очередь для контроля пайки скрытых выводов. Так, например, после пайки компонента BGA просмотреть визуальным методом все шарики припоя не

возможно. Минусом данного метода можно считать высокую стоимость оборудования, а так же то, что непосредственный анализ снимков, как и в случае визуального контроля, ведет оператор. Причем время анализа может превышать время анализа снимков визуального контроля.

Рентгеноскопический контроль - метод радиационного неразрушающего контроля, основанный на преобразовании радиационного изображения контролируемого объекта в радиографический снимок или записи этого изображения на запоминающем устройстве с последующим преобразованием в световое.

Несколько лет назад оборудование для контроля при помощи рентгеновских лучей интересовало только опытные производства, но сегодня при высокой плотности монтажа и применении компонентов со скрытыми выводами, возрастает потребность в таком контроле в условиях серийного производства.

К сожалению, наличие автоматического оптического и электрического контроля не гарантирует 100%-ного контроля качества собранных электронных изделий. Есть еще и скрытые дефекты в паяных соединениях (микротрещины, пузырьки воздуха, ненадежный контакт скрытых выводов компонентов BGA и т.п.), которые проявляются в процессе эксплуатации электронных узлов. Заранее их можно обнаружить на оборудовании, использующем рентгеновские лучи.

Контроль пайки радиоэлектронных изделий (ЭРИ) визуальным или оптическим методами довольно проблематичен, поскольку большая часть шариков скрыта выводами, расположенными на краю компонента. Поэтому проверка должна осуществляться на установке рентгеновского контроля. В основе данного метода лежит просвечивание исследуемой области платы электромагнитным рентгеновским излучением и получение изображения объекта на приемнике.

Рентгеновские системы, обладающие высоким разрешением, способны очень точно оценивать качество скрытых паяных соединений. В отличие от оборудования с машинным зрением и оптическим контролем рентгеновские системы просвечивают материалы, чтобы показать скрытые паяные соединения в различных приборах с планарным массивом выводов.

Дефекты пайки бывают следующих видов:

- Непропаи из-за недостаточного количества припоя
- Замыкание/короткое замыкание из-за излишка припоя
- Поры из-за наличия пузырьков воздуха в припое

–Неправильное расположение/отклонение из-за неточного расположения компонентов.

То, насколько легко разглядеть эти дефекты, зависит от разрешения изображения. Такие дефекты, как замыкания и серьезные отклонения, можно обнаружить при помощи микроскопа. Для обнаружения других дефектов, например, пор, требуются рентгеновские методы исследования, дающие разрешение до одного микрона и имеющие мощность более 100 Вт.

Система рентгеновского контроля, используемая на предприятии, позволяет выявить многие визуально не обнаруживаемые дефекты, например:

- пустоты;
- перемычки между выводами;
- трещины;
- шарики припоя;
- отсутствие смачивания;
- неравномерность смещение слоев (контролируется по металлизированным отверстиям);
- короткое замыкание между проводниками в печатных платах и некоторых элементов конструкции компонентов.

Для компонентов (ЭРИ) она позволяет выявить:

- трещины в корпусе, в кристалле;
- разрывы (разрушение) проводников разварки;
- пустоты в припое/клее, на который монтируется кристалл;
- прогиб проводников разварки.

На предприятии в настоящий момент рентгеновский контроль используется по четырем направлениям:

- при изготовлении предохранителей;
- при изготовлении печатных плат;
- при исследовании несоответствий при изготовлении. испытаниях и эксплуатации изделий;
- при несоответствиях при входном контроле ЭРИ.

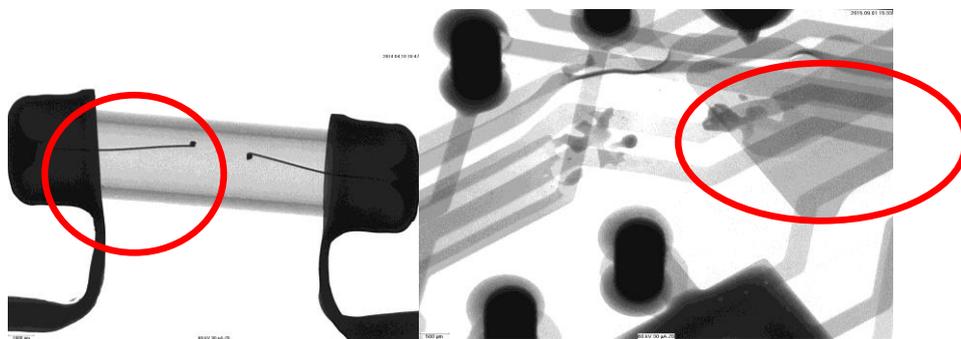
Примеры рентгеновских снимков приведены на рисунках 1, 2.

Данные примеры наглядно демонстрируют преимущества использования рентгеновского контроля. Статистика говорит, что 90% времени уходит именно на поиск и локализацию неисправности и только 10 %- на устранение самого дефекта.

С помощью рентгеноскопии можно изучать:

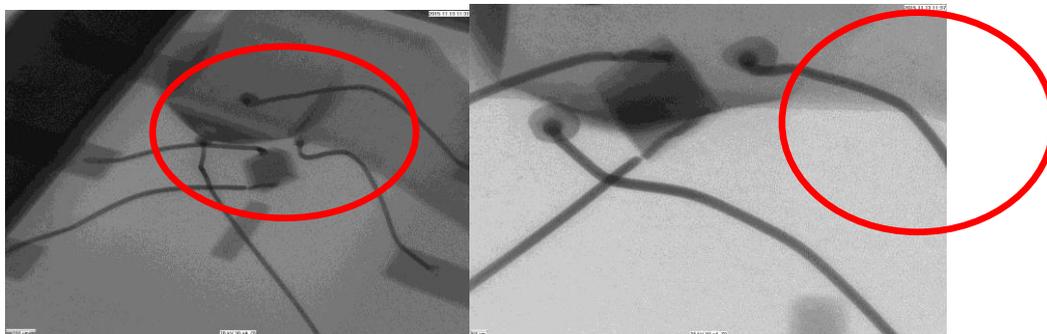
- расположение слоев;
- отклонение в толщине металлизации переходных отверстий.

–отклонения в плотности покрытия (металлизации) отверстий диаметром 200 мкм.



а)б)

Рисунок 1. а) При изготовлении предохранителей; б) при исследовании несоответствий печатных плат



а)б)

Рисунок 2. Внутренние обрывы, обнаруженные при проведении входного контроля ЭРИ

Там где меньше всего различимы оттенки отверстия, там толще слой покрытия и высокое сопротивление переходного отверстия.

В процессе электромонтажа печатных узлов могут так же возникать трещины и обрывы в медных дорожках платы. Причинами этого могут быть усталость металла в результате термического цикла, внешний стресс (падение). Так же трещины можно обнаружить в основном под наклоном.

Рентгеновский контроль плат используется исключительно после операции *пайки компонентов* или *отмывки печатных плат*. В силу своего небольшого спектра применения и высокой стоимости, оборудование для рентгеновского контроля плат используется не так часто как, скажем, оборудование для оптического контроля, однако если предприятие выпускает ответственную продукцию, в составе которой есть компоненты со скрытыми выводами, то использование оборудования такого типа становится необходимым.

Список информационных источников

- 1.ГОСТ 24034-80 «Контроль неразрушающий радиационный. Термины и определения»;
- 2.Гафт С. Рентгеновский контроль – мощное средство для диагностики и локализации дефектов современных печатных плат. //Компоненты и технология. – 2004. - № 6. – с. 1-3.
- 3.Шмаков М. Выбор системы рентгеновского контроля. Взгляд технолога. //Технология в электронной промышленности. – 2006.-№ 5.
- 4.Левданский А. Оптический и рентгеновский контроль печатных плат при помощи одной системы. //Технологии в электронной промышленности. – 2007. – № 6.

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ЁМКОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ НА ОСНОВЕ ФАЗОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА

Киселёв Е.К.

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Фёдоров Е.М., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Измерение ёмкости кабеля является неотъемлемой частью во всей кабельной промышленности. Ёмкость зависит от толщины проводников, длины кабеля, материала изоляции и прочих факторов. Как известно, ёмкость, способна пропускать переменный электрический ток. При этом от частоты тока зависит сопротивление, которое емкость оказывает переменному току. Чем она выше — тем сопротивление меньше. Вследствие чего, вместе с сопротивлением самих проводников, стоит также учитывать и ёмкость, что является важнейшей характеристикой кабеля.

Данный метод позволяет контролировать ёмкость кабеля ещё на стадии нанесения изоляции. Что делает процесс экономически выгодным с финансовой точки зрения. Также это дает возможность изначально задавать необходимую емкость и контролировать постоянство её значения по всей длине кабеля.

Поскольку на рассматриваемом этапе производства кабель не имеет ни второй жилы ни экранирующего слоя. Поэтому конструкция преобразователя, заменяющего второй электрод, должна обеспечивать полный контакт с кабелем на протяжении всего рабочего участка. Под рабочим участком кабеля понимается отрезок кабеля, на котором

производится измерение. Такому условию удовлетворяет конструкция на рисунке 1.

В данный момент на кафедре ФМПК проводятся исследования устройства реализованного на данном методе. Существующий прибор способен зарегистрировать разницу изменения ёмкости в 1 пф. Фазометрическое измерительное устройство, на котором построен измеритель ёмкости, преобразовывает сдвиг фазы в напряжение и представляет собой двухканальное устройство, включающее в себя формирователи синусоиды в прямоугольные импульсы (TTL), устройство установки нуля, выходные фильтры и цифровой блок для обработки и вывода результата измерения на ЖК дисплей.

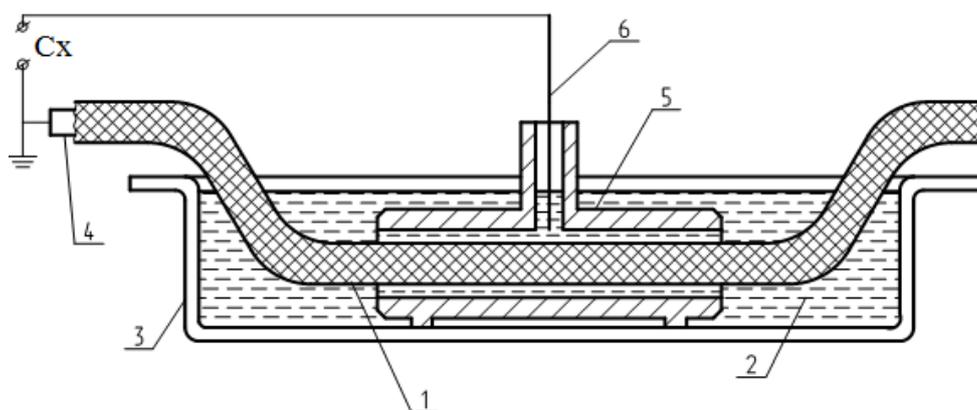


Рисунок 1. Схема измерения ёмкости, где 1 — контролируемый кабель; 2 — проводящая жидкость; 3 — ванна; 4 — жила кабеля; 5 — первичный преобразователь, 6 — сигнальный провод (подводящий потенциал к жидкости).

Структурная схема преобразователя представлена на рисунке 2. Суть метода заключается в следующем (рисунок 3): входные сигналы, сдвинутые по фазе относительно друг друга (1), поступают на формирователи, в качестве которых используются компараторы, формирующие из синусоид прямоугольные импульсы (2).

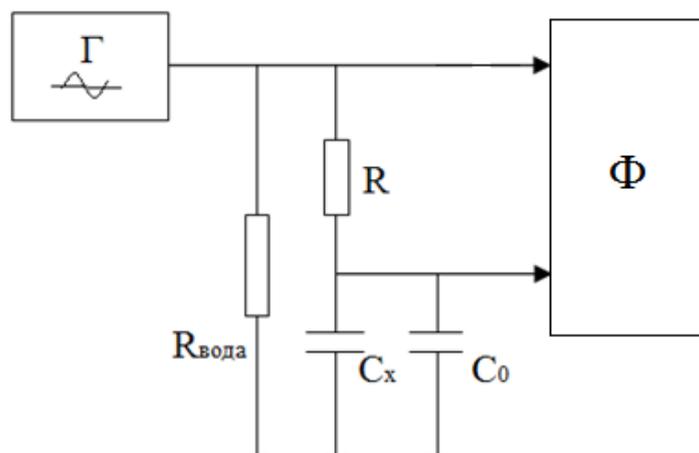


Рисунок 2 - Структурная схема преобразователя, где Г — генератор; Ф — фазометр.

Следующим шагом преобразования, является преобразование в интервал времени. Импульсы поступают на логический элемент, который преобразовывает смещение двух сигналов друг относительно друга в интервал времени (3). Затем, после интегрирующей цепочки, на выходе устройства измеряется уже среднее напряжение, функционально связанное с измеряемой ёмкостью.

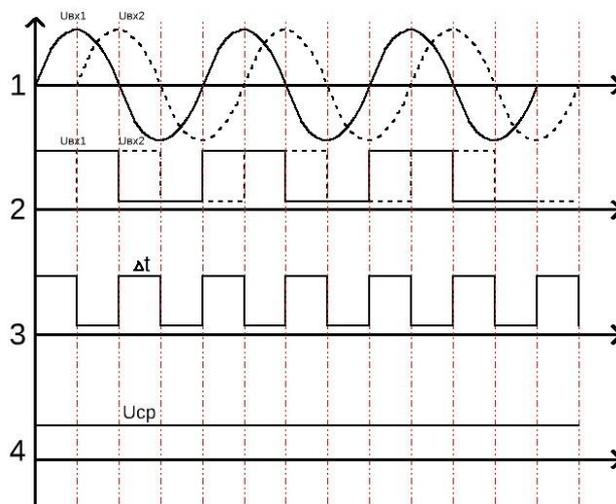


Рисунок 3 - Основные этапы преобразования сдвига фаз в напряжение.

Сдвиг фазы зависит от ёмкости согласно формуле 1.

$$\Delta\phi = -\arctg(\omega R(C_0 + C_x)) \quad (1)$$

Из этого следует, что:

$$C_x = \frac{\tg(-\Delta\phi)}{\omega \cdot R} - C_0 \quad (2)$$

где C_0 - ёмкость датчика; C_x - измеряемая ёмкость.

Уравнение для преобразования фазы в напряжение выглядит следующим образом:

$$\Delta\phi = \frac{U_{\text{ср}}}{U_{\text{пит}}} \cdot 180^{\circ} \quad (3)$$

где $U_{\text{ср}}$ - величина среднего выходного напряжения; $U_{\text{пит}}$ - величина напряжения питания усилителя. Поскольку вольтметр измеряет величину постоянного напряжения $U_{\text{ср}}$, то уравнение преобразования запишется в виде:

$$U_{\text{ср}} = \frac{U_{\text{пит}}}{180^{\circ}} \cdot \Delta\phi = \frac{5}{180^{\circ}} \cdot \Delta\phi \quad (4)$$

Чувствительность прибора была определена опытным путём и составила 27 мВ/град. И подтверждается аналитическим путём:

$$U_{\text{ср}} = \frac{5}{180^{\circ}} \cdot 1^{\circ} \approx 27\text{мВ} \quad (5)$$

Макет, собранный на основе данного метода имеет ряд достоинств: имеются два не зависимых предусилителя с переменным коэффициентом как больше, так и меньше единицы, в случае если входные сигналы превышают максимальное значение; стоит отметить и наличие фазовращателя, необходимого для установки рабочей точки.

Эксперимент проводился с сигналами на частоте 10 кГц, амплитуде 3 В. При эксперименте использовалась RC-цепочка первого порядка. Данные полученные в ходе эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1. Экспериментальные данные

C_x, пф	U(эксп), мВ	U(теор), мВ
1	17.2	16.9
2.2	36.9	36.4
3.3	55.8	54.2
4.7	74.3	75.8
10	151.9	152.8
22	298.5	298.3
33	403.9	404.2
47	511.3	511.7
100	757.1	756.4

На основе данных из таблицы 1 можно сделать вывод о высокой чувствительности разработанного устройства. Экспериментальные данные практически полностью повторяют аналитически рассчитанные что говорит о правильности работы схемы.

Список информационных источников

1. Атамальян Э. Г. Приборы и методы измерения электрических величин: учебное пособие для студ. Вузов. –М.:Мысш. шк., 1989. -384 с.
2. Полищука Е. С. Электрические измерения электрических величин, Издательское объединение «Высшая школа», 1984.

РАСЧЕТ ДИАМЕТРА В БЕСКОНТАКТНЫХ ТРЕХКООРДИНАТНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЯХ С РАСХОДЯЩИМСЯ ЛАЗЕРНЫМ ПУЧКОМ

Коба А.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Федоров Е.М., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

Бесконтактные измерители диаметра круглых протяженных изделий, таких как кабель, канаты, трубы и т.п., использующие теневой метод измерения в расходящемся световом потоке, обладают целым рядом неоспоримых преимуществ, связанных с отсутствием в них элементов линзовой и зеркальной оптики. В частности, достижимая точность измерения таких приборов, составляет доли микрометра и ограничена только дифракционными эффектами на границах тени. Однако, работа в расходящемся световом потоке вызывает изменение размеров тени измеряемого объекта при его перемещениях в зоне контроля. Последнее требует использования сложных соотношений для расчета истинного диаметра объекта [1],[2].

Целью настоящей статьи является вывод соотношений для расчета диаметра в трехкоординатных измерителях. Трехкоординатный измеритель позволит измерять точный диаметр и овальность, в том числе минимальное и максимальное значение, в не зависимости от ориентации объекта относительно измерительных осей. Обычные двухкоординатные измерители обеспечивают получение приближенных размеров овальности, овальность оценивается по максимальному и минимальному значению. Эти величины напрямую зависят от ориентации овальности внутри измерительного поля. Трехкоординатный измеритель решает все эти проблемы.

Преимущества трехкоординатного измерителя в сравнении с двухкоординатным:

–Три синхронизированные измерительные оси на одной плоскости

–Точное измерение диаметра, в независимости от направления овальности

–Обнаружение любых отклонений от круглого очертания

–Вычисление размеров длины окружности и поперечного сечения

–Повышает точность измерения

Схема рассматриваемого трехкоординатного измерителя показана на рисунке 1. Прибор содержит три измерительных канала, оси которых X, Y и Z расположены относительно друг друга на угол 120°. В каждом канале имеется точечный излучатель, создающий расходящейся световой поток и фотоприёмник, измеряющий размер тени падающей от объекта. Объект измерения находится в зоне контроля, освещается тремя излучателями, и образуют три тени на фотоприемниках измерительных каналов.

Изначально известны следующие параметры конструкции прибора:

–Расстояния H_x , H_y и H_z от центра излучателя до плоскости приемника каждого из каналов: отрезки $(S_{x0}; B_{x0})$, $(S_{y0}; B_{y0})$ и $(S_{z0}; B_{z0})$.

–Расстояния H_{x0} , H_{y0} и H_{z0} от центра излучателя до центра рабочей зоны, т.е. до точки (0), являющейся пересечением измерительных осей.

–Шаг ячеек фотоприемника, позволяющий по числу ячеек приемника, закрытых тенью объекта, определить размер тени, т.е её ширину, а также определить смещение центра тени относительно "нулевой" ячейки приемника.

На основании известных данных необходимо определить радиусы объектов по трем каналам (R_x , R_y , R_z). Также определить средний радиус $R_{ср}$ и овальность ОВ. Для специальных измерений также требуется информация о положении объекта (смещение его центра Z) относительно рабочей зоны измерителя (точка "0"), т.е. величины E_x , E_y и E_z .

Точное решение задачи находится в три этапа[2]:

Этап 1 – определение положения проекции центра объекта Z на плоскости приемников "X", "Y" и "Z".

Положение проекции центра характеризуется величинами X_0 , Y_0 и Z_0 , которые представляют собой отрезки $(B_{x0}; X_0)$, $(B_{y0}; Y_0)$ и $(B_{z0}; Y_0)$. Из треугольника $(S_{x0}; B_{x0}; X_0)$ известно:

$$\operatorname{tg}(\alpha + \alpha_1) = \frac{X_0}{H_x}. \text{ Отсюда: } X_0 = H_x * \operatorname{tg}(\alpha + \alpha_1) \quad (1)$$

Величину α_1 , присутствующую в выражении (1), найдем из треугольника (S_{X0} ; B_{X0} ; X_1):

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{X_1}{H_Y}; \quad \alpha_1 = \operatorname{arctg} \frac{X_1}{H_X}. \quad (2)$$

Угол α определим из треугольника (S_{X0} ; B_{X0} ; X_2):

$$\operatorname{tg}(\alpha + \alpha + \alpha_1) = \frac{X_2}{H_X}; \quad (2\alpha + \alpha_1) = \operatorname{arctg} \frac{X_2}{H_X}.$$

С учетом выражения (2) соотношение для угла α примет вид:

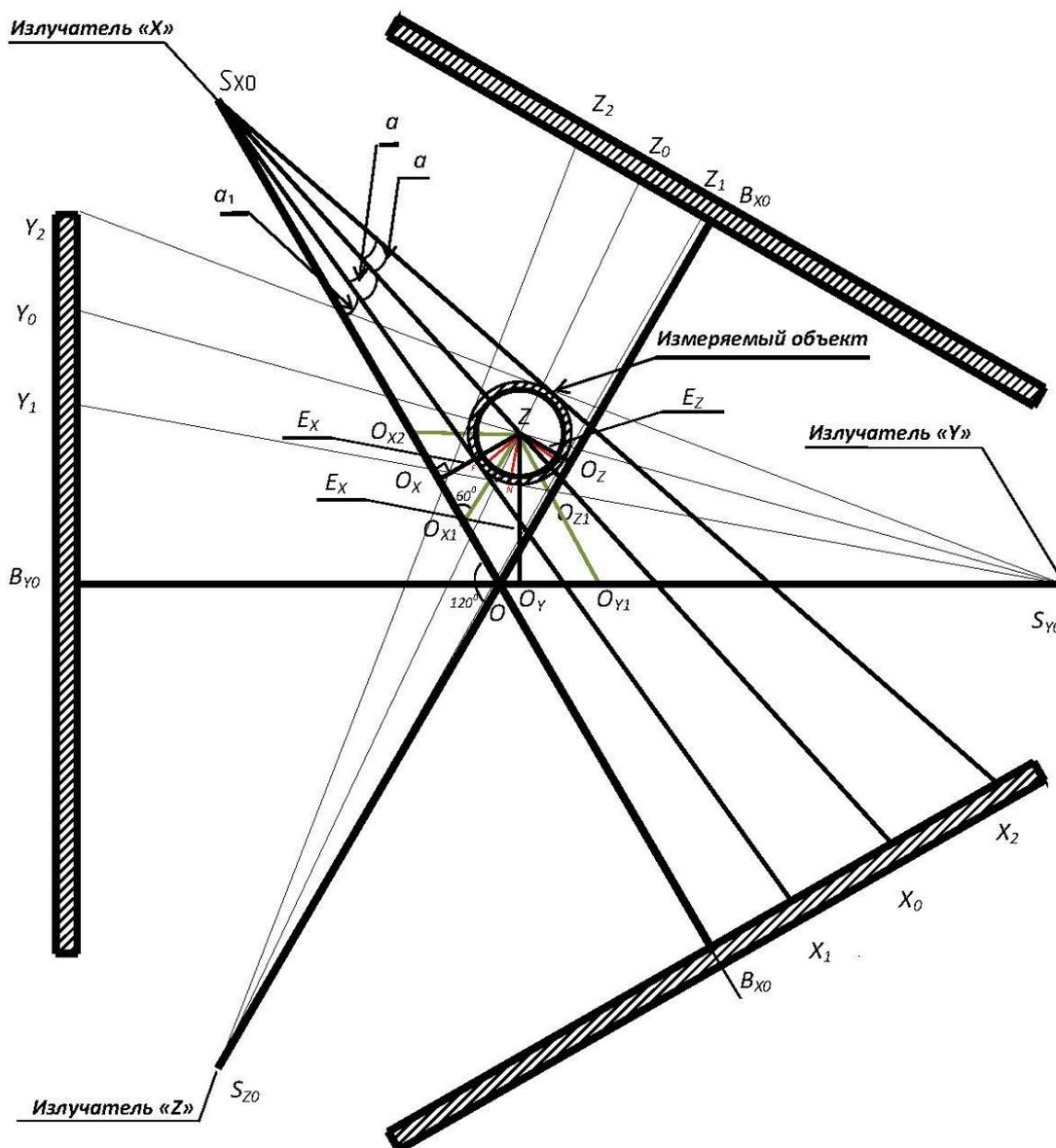


Рис. 1. Расчетная схема прибора

$$\alpha = \frac{1}{2}(\arctg \frac{X_2}{H_x} - \arctg \frac{X_1}{H_x}) (3)$$

Подставив (3) и (2) в (1) и проведя преобразования, получим в итоге:

$$X_0 = H_x * \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\arctg \frac{X_2}{H_x} + \arctg \frac{X_1}{H_x}) (4)$$

Аналогично для величины Y_0 и Z_0 :

$$Y_0 = H_y * \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\arctg \frac{Y_2}{H_y} + \arctg \frac{Y_1}{H_y}) (5)$$

$$Z_0 = H_z * \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\arctg \frac{Z_2}{H_z} + \arctg \frac{Z_1}{H_z}) (6)$$

Этап 2 – определение смещения центра объекта Z относительно центра рабочей зоны. Смещение характеризуется величинами E_x , E_y и E_z (рис. 1).

Из подобия треугольников $(S_{X0}; B_{X0}; X_0)$ и $(S_{X0}; O_X; Z)$:

$$\frac{E_x}{X_0} = \frac{(S_{X0}; O_X)}{H_x}. \text{ Аналогично: } \frac{E_y}{Y_0} = \frac{(S_{Y0}; O_Y)}{H_y}; \frac{E_z}{Z_0} = \frac{(S_{Z0}; O_Z)}{H_z} (7)$$

Величины отрезков $(S_{X0}; O_X)$, $(S_{Y0}; O_Y)$ и $(S_{Z0}; O_Z)$, присутствующие в (7), найдем, учитывая, что отрезок $(0; O_X)$ равен:

$$(0; O_X) = (Z; O_{Y1}) - (O_{X2}; O_X) = \frac{E_y}{\cos(\frac{\pi}{6})} - \frac{E_x}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{3})};$$

$$\text{отрезок } (0; O_Y) = (Z; O_{X2}) - (O_Y; O_{Y1}) = \frac{E_x}{\cos(\frac{\pi}{6})} - \frac{E_y}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{3})}.$$

$$\text{отрезок } (0; O_Z) = (Z; O_{X1}) + (O_Z; O_{Z1}) = \frac{E_x}{\cos(\frac{\pi}{6})} + \frac{E_z}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{3})}.$$

Тогда:

$$(S_{X0}; O_X) = H_{X0} - \frac{E_y}{\cos(\frac{\pi}{6})} + \frac{E_x}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{3})}; (S_{Y0}; O_Y) = H_{Y0} - \frac{E_x}{\cos(\frac{\pi}{6})} + \frac{E_y}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{3})};$$

$$(S_{Z0}; O_Z) = H_{Z0} + \frac{E_x}{\cos(\frac{\pi}{6})} + \frac{E_z}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{3})} (8)$$

С учетом выражения (8) пропорции (7) примут вид:

$$\frac{E_x}{X_0} = \frac{H_{x0} - \frac{E_y}{\cos(\frac{\pi}{6})} + \frac{E_x}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{3})}}{H_x}; \frac{E_y}{Y_0} = \frac{H_{y0} - \frac{E_x}{\cos(\frac{\pi}{6})} + \frac{E_y}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{3})}}{H_y};$$

$$\frac{E_z}{Z_0} = \frac{H_{z0} + \frac{E_x}{\cos(\frac{\pi}{6})} + \frac{E_z}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{3})}}{H_z} \quad (9)$$

Выражения (9) представляют систему трех уравнений с тремя неизвестными E_x , E_y и E_z . Решая уравнения получим выражения для E_x , E_y и E_z в которых величины X_0 , Y_0 и Z_0 определяются соотношениями (4), (5) и (6). Расчет системы уравнений в буквенном виде приводит к объемным выражениям и в данной статье приводиться не будет.

Этап 3 – расчет радиусов R_x , R_y и R_z объекта.

Исходя из схемы, показанной на рисунке 1, радиус R_x , т.е. отрезок (F;Z), является стороной прямоугольного треугольника (S_{x0} ; Z;F). Из этого треугольника:

$$R_x = (S_{x0}; Z) * \sin \alpha \quad (10)$$

Отрезок (S_{x0} ; Z) найдем из другого прямоугольного треугольного (S_{x0} ; Z; O_x):

$$(S_{x0}, Z) = \sqrt{(O_x; Z)^2 + (O_x; S_{x0})^2} = \sqrt{E_x^2 + \left(H_{x0} - \frac{E_y}{\cos(\frac{\pi}{6})} + \frac{E_x}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{3})}\right)^2}.$$

Подставив в (10) найденную величину отрезка (S_{x0} ; Z) и учитывая выражение (3) для угла α , определим окончательно радиус R_x .

$$R_x = \sqrt{E_x^2 + \left(H_{x0} - \frac{E_y}{\cos(\frac{\pi}{6})} + \frac{E_x}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{3})}\right)^2} * \sin \frac{1}{2} \left(\operatorname{arctg} \frac{X_2}{H_x} - \operatorname{arctg} \frac{X_1}{H_x} \right) \quad (11)$$

Аналогично:

$$R_y = \sqrt{E_y^2 + \left(H_{y0} - \frac{E_x}{\cos(\frac{\pi}{6})} + \frac{E_y}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{3})}\right)^2} * \sin \frac{1}{2} \left(\operatorname{arctg} \frac{Y_2}{H_y} - \operatorname{arctg} \frac{Y_1}{H_y} \right) \quad (12)$$

$$R_z = \sqrt{E_z^2 + \left(H_{z0} + \frac{E_x}{\cos\left(\frac{\pi}{6}\right)} + \frac{E_z}{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{3}\right)}\right)^2} * \sin \frac{1}{2} \left(\operatorname{arctg} \frac{Z_2}{H_z} - \operatorname{arctg} \frac{Z_1}{H_z} \right) \quad (13)$$

Зная величины радиусов R_x и R_y можно определить средний радиус объекта R_{cp} и овальность OB .

$$R_{cp} = \frac{|R_x| + |R_y| + |R_z|}{3}; \quad OB = (R_{\max} - R_{\min}) \quad (14)$$

Заключение

Выше выведены соотношения (11), (12), (13), (14), которые, совместно с соотношениями (4), (5) и (9) позволяют рассчитать точное значение радиусов объекта, координаты положения его центра, а также средний радиус и точное значение овальности по максимальному и минимальному значению.

Список информационных источников

1. Свендровский А. Р. и др. Опыт разработки устройства бесконтактного измерения диаметра кабельных изделий // Электротехника. -1991. -№3. –с. 26 – 28.
2. Свендровский А.Р. Расчёт диаметра в бесконтактных двухкоординатных измерителях // Научно технические проблемы приборостроения и машиностроения: Тез. докл. I Всеросс. конф. – Томск, 2005. – С. 31–33.

СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ ЦИКЛОВ РАБОТЫ БЕТАТРОНА МИБ-4 И ЛИНЕЙНОГО ДЕТЕКТОРА ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ X-SCAN INE2

*Колomeйцев А.А., Смолянский В.А.,
Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Бориков В.Н., д.т.н., доцент, заведующий
кафедрой точного приборостроения*

Бетатроны, разрабатываемые в Томском политехническом университете, нашли широкое применение в различных отраслях человеческой деятельности. Одной из таких отраслей является промышленная дефектоскопия и томография промышленных объектов.

Преимущество бетатронов по сравнению с другими источниками ионизирующего излучения очевидны. Ускоренные электроны имеют большую проникающую способность по сравнению с рентгеновским излучением, а бетатроны, в отличие от линейных ускорителей, значительно меньше по массогабаритным характеристиками и цене. Все это делает бетатрон весьма привлекательным инструментом для применения в качестве источника ионизирующего излучения в томографическом комплексе[1].

Однако, вместе с этим, возникает ряд технических проблем, требующих решения. Одной из таких проблем является несогласованность циклов работы источника и приемника излучения.

Бетатрон, по своему принципу работы, является циклическим ускорителем. Это означает, что поток заряженных электронов излучается с некоторой частотой, или, в случае с МИБ-4, с частотой 200 Гц. То есть, излучение происходит каждые 5 мс.

X-Scan iNE2 является стандартным детектором ионизирующего излучения. Сцинтилляторы, установленные на поверхность фотодиодной линейки, используются для преобразования ионизирующего излучения в видимый свет, который улавливается кремниевыми фотодиодами[2].

Линейный детектор имеет ряд настроек, позволяющий работать с циклическими излучателями. Идеальный график такой работы представлен на рисунке 1.

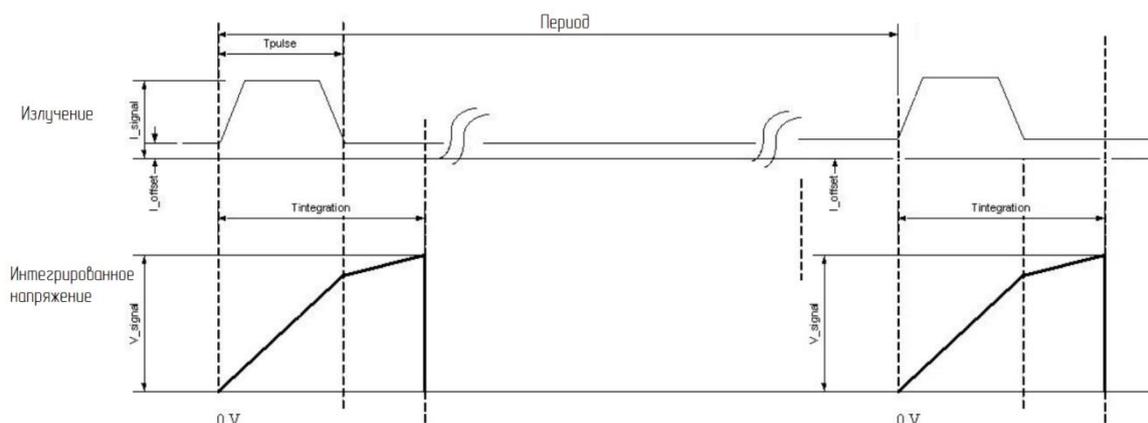


Рисунок 1. Временная диаграмма интегрирования ионизирующего излучения в процессе работы.

На графике показана временная диаграмма работы излучателя и приемника. В момент начала работы излучателя срабатывает триггер, который запускает процесс интегрирования сигнала. Процесс интегрирования длится период, указанный в настройках управляющей

программы детектора. Такой режим работы должен обеспечить равномерное значение интегрированного напряжения на одном и том же участке при нескольких излучениях.

В случае отсутствия в системе излучатель-приемник синхронизации качество получаемого изображения резко уменьшается (рисунок 2).

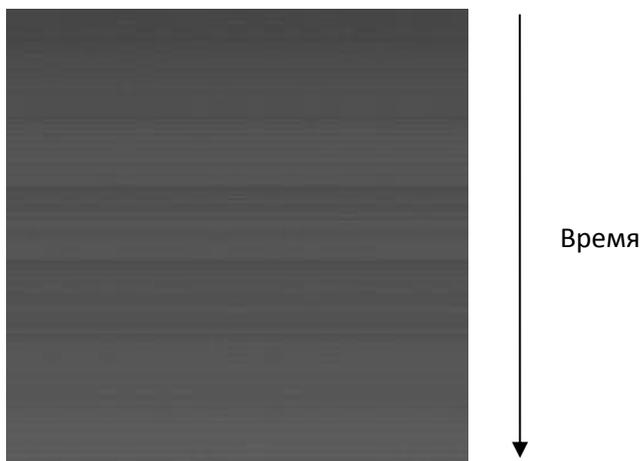


Рисунок 2. Изображение, полученное при длительном облучении объекта в неизменном положении

Очевидно, что при таких условиях, изображение должно получиться монохромным. Однако результат эксперимента показывает обратный результат, обусловленный отсутствием синхронизации в системе излучатель-приемник. Для получения приемлемого результата необходимо включить в систему излучатель приемник новые элементы (рисунок 3).



Рисунок 3. Новая структурная схема системы излучатель-приемник

Из-за разного уровня сигналов синхроимпульса излучателя и триггера приемника необходимо наладить согласованность данных. Принципиальная схема преобразователя представлена ниже (рисунок 4).

Для согласования синхроимпульса и триггера была разработана схема с ключом. В качестве ключе предлагается оптопара НСРЛ-0201. Эта модель позволяет передавать напряжение 15В с необходимой скоростью включения 0,1мкс.

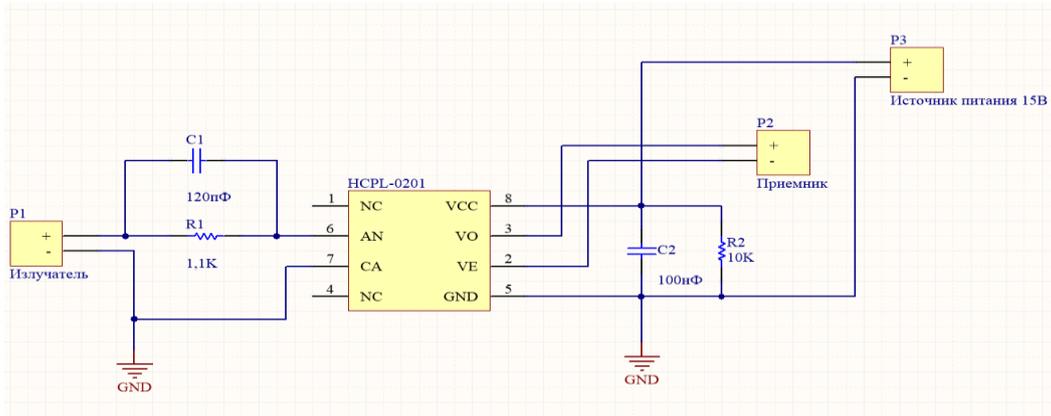


Рисунок 4. Принципиальная схема преобразователя синхроимпульса.

Для подготовки проектной документации была выбрана система автоматизированного проектирования Altium Designer. На рисунке 5 и 6 изображена трассировка элементов печатной платы и ее 3D модель.

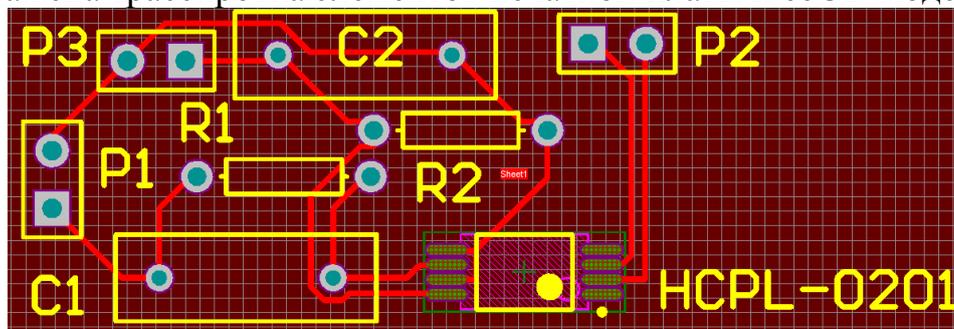


Рисунок 5. Трассировка элементов печатной платы

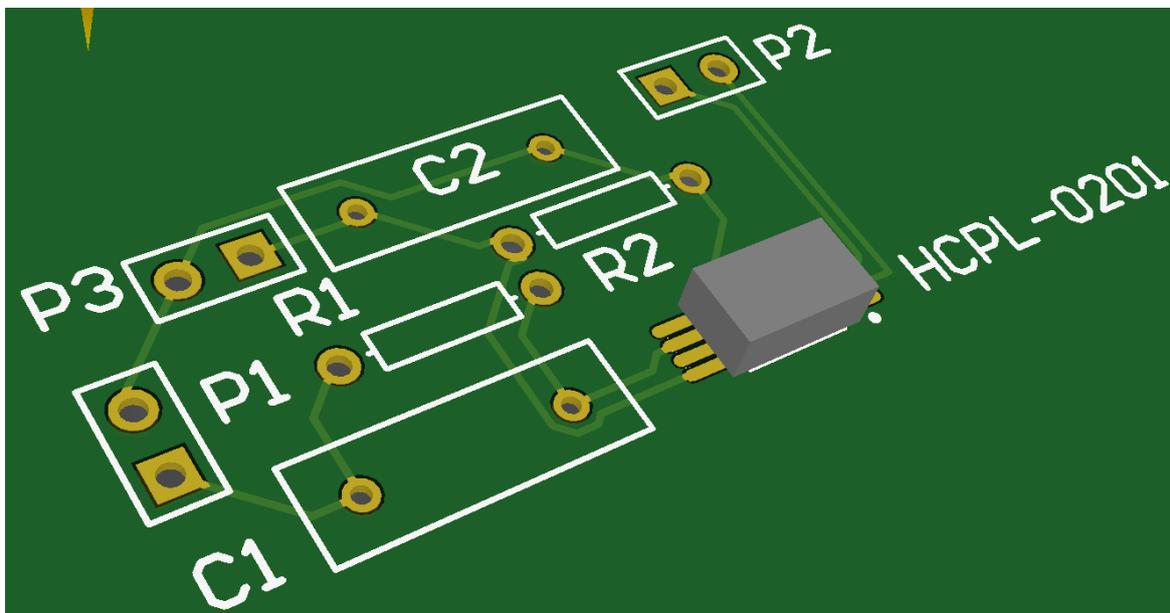


Рисунок 6. 3D модель печатной платы преобразователя

Следующим этапом работы является изготовление печатной платы и ее испытание.

В статье рассмотрена работа системы излучатель-приемник без синхронизации. Предложен вариант устройства обеспечивающего синхронизацию. Представлена принципиальная схема этого устройства.

Список информационных источников

1. Коломейцев А. А. Диагностика температурных полей магнитопровода бетатрона // Неразрушающий контроль: сборник трудов V Всероссийской научно-практической конференции «Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность». В 2 т., Томск, 25-29 Мая 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - Т. 2 - С. 47-49

2. X-SCAN LINEAR-ARRAY DETECTORS // User's Manual, Detection Technology, Oulu, Finland, 2014 – p. 55

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ БЕТОНА СО СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ ПО ПАРАМЕТРАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА ПРИ УДАРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Корзенюк И.Н.

Томский политехнический университет

Научный руководитель: Фурса Т.В., д.т.н., в.н.с. Проблемной научно-исследовательской лаборатории электроники дтэлектриков и полупроводников

Стеклопластиковая арматура наряду со стандартной стальной применяется при армировании бетонных конструкций, работающих в условиях статических и динамических нагрузок, значительных сезонных колебаний температуры и влажности. Разница в поперечных коэффициентах теплового расширения стекловолокна и бетона во многом предопределяет поведение конструкции в целом при увеличении температуры, так как возникающие радиальные давления на границе бетон – арматура способны образовывать растягивающие напряжения и разрушать адгезионный контакт, снижая тем самым прочность конструкции и приводя к разрушению.

Для оценки прочности сцепления бетона со стеклопластиковой арматурой наряду с традиционными использующимися методами неразрушающего контроля может быть использован метод, основанный на явлении механоэлектрических преобразований, возникающих в бетоне при импульсном ударном воздействии [1, 2].

Суть этих преобразований заключается в том, что при импульсном механическом возбуждении в гетерогенных неметаллических материалах происходит появление переменного электрического поля. Электрический сигнал является следствием деформации и смещения двойных электрических слоев, расположенных на границе раздела фаз и деформации пьезоэлектрических включений, играющих основную роль в механоэлектрических преобразованиях. Пьезоэлектрические включения при импульсном механическом возбуждении создают упругие акустические волны, происходит поляризация и появление электрического поля, которое является источником электрического сигнала, регистрируемого при помощи датчика.

Данный метод мониторинга более чувствителен к процессам трещинообразования в бетоне, нежели традиционные методы, так как электрический сигнал отражает характер акустических колебаний при взаимодействии с дефектами различной направленности и конфигурации и не зависит от поверхностных эффектов (электрический датчик не имеет контакта с образцом).

Экспериментальные исследования проводились на лабораторном комплексе, позволяющем производить механическое импульсное воздействие на лабораторные модели армированного бетона и регистрировать возникающий электрический сигнал [3].

Лабораторные модели представляют собой бетонные кубы со стороной 100 мм, изготовленные из тяжелого бетона, и армированные по центру стеклопластиковым стержнем диаметром 10 мм и длиной 150 мм. Производство бетонных образцов проводили в соответствии с ГОСТ 7473-2010 [4]. Замораживание – оттаивание образцов производилось при помощи климатической камеры при температуре минус 40°C и универсальной камеры при температуре плюс $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ и 95% влажности. Партия армированного бетона для исследования состояла из 16 образцов, поделенных на 4 группы: 4 - не подвергались климатическим испытаниям, 4 – 8 циклов, 4 – 14 циклов, 4 – 18 циклов. Максимальное количество циклов замораживания-оттаивания составляло 18 циклов, так как это количество циклов не приводит к растрескиванию поверхности в исследуемых образцах и позволяет оценить состояние контактной зоны между арматурой и бетоном.

Определение прочности сцепления арматуры с бетоном было проведено методом экструзии. Армированный стекловолокном бетонный образец был помещен на металлическую стойку высотой 1,5 см с отверстием по центру. Образец с зубчатой рейкой был помещен в центре нижней пластины прессы. Нагружение образца проводили при постоянной скорости 0,2 кН /с. Экструзия арматуры из образца в

отверстие стойки производилась во время нагружения. Прочность сцепления (R) стеклопластиковой арматуры и бетона на основе полученных результатов рассчитывалась по формуле:

$$R = \frac{P}{\pi dl},$$

где P - среднее напряжение в пределах длины заделки стержня, Па; d - диаметр стержня, мм; l - длина заделки стержня, мм.

На рисунке 1 показаны результаты механических испытаний образцов бетона, армированного стекловолокном после различного количества циклов замораживания-оттаивания.

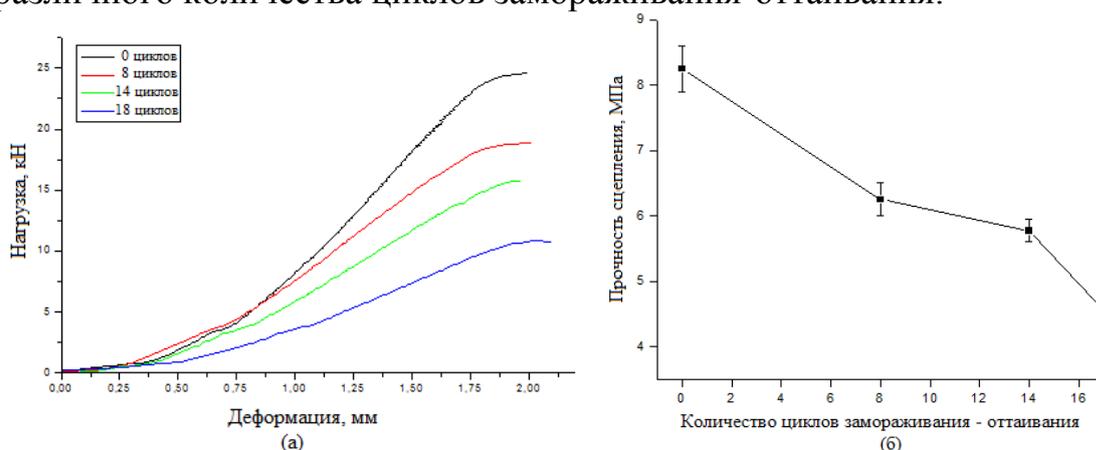


Рисунок 1. Изменение зависимости абсолютной деформации от нагрузки - (а) и изменение прочности сцепления стеклопластиковой арматуры с бетоном - (б) во время циклического замораживания - оттаивания.

Как видно из рисунка 1, увеличение числа циклов замораживания - оттаивания, приводит к уменьшению угла наклона нагрузочных кривых, что указывает на изменение модуля упругости и уменьшения прочности сцепления бетона с арматурой.

Зависимость коэффициента затухания спектральной энергии электрических сигналов от прочности сцепления бетона с арматурой показана на рисунке 2.

Рисунок 2 наглядно отражает влияние прочности сцепления бетона с арматурой на спектральный состав электрических сигналов. Повреждение зоны контакта влечет за собой смещение спектрального диапазона электрических сигналов в области низких частот.

Таким образом, как показали проведенные исследования, прочность сцепления арматуры с бетоном после проведения циклического замораживания - оттаивания по сравнению с первоначальным состоянием снижается практически в 2 раза.

Коэффициент затухания энергии электрического сигнала хорошо коррелирует с изменениями в прочности сцепления бетона с арматурой и может быть использован в качестве диагностического критерия при неразрушающем контроле армированных конструкций.

Дальнейшие исследования будут направлены на адаптацию и усовершенствование предложенных ранее алгоритмов и методик неразрушающего контроля дефектности композиционных неметаллических материалов для испытания бетонов, армированных стеклопластиковой арматурой.

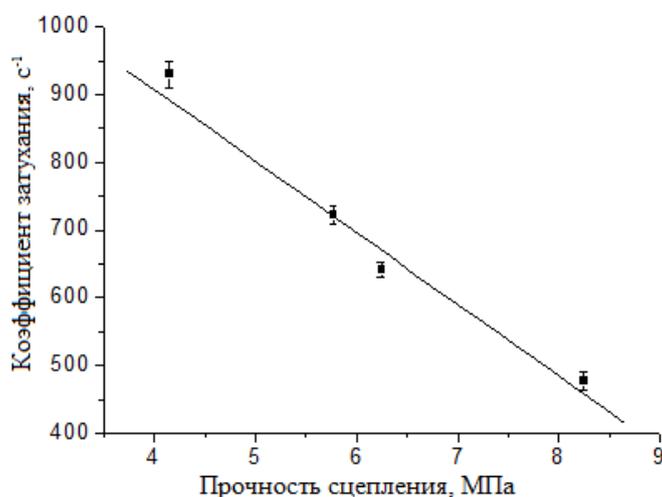


Рисунок 2. Зависимость коэффициента затухания спектральной энергии электрических сигналов от прочности сцепления бетона с арматурой.

Список информационных источников

1. Tsai YT, Zhu J. Simulation and Experiments of Airborne Zero-Group-Velocity Lamb Waves in Concrete Plate. J NondestructEval 2012; 31:373-382.

2. Kee S, Zhu J. Using air-coupled sensors to determine the depth of a surface-breaking crack in concrete. J AcoustSoc Am 2010; 127: 1279–1287.

3. Фурса Т. В., Осипов К. Ю., Данн Д. Д. Разработка неразрушающего метода контроля прочности бетона с дефектной структурой на основе явления механоэлектрических преобразований // Дефектоскопия. - 2011. - № 5. - С. 39-47.

4. ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия»

НАНОТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кундянова У.П.

Юргинский технологический институт (филиал)

Томского политехнического университета, г. Юрга

*Научный руководитель: Федосеев С.Н., ассистент кафедры
металлургии черных металлов*

В данной статье рассмотрены нанотехнологии, предоставленные технологии не исключительно содействуют образованию новейших продуктов, но и увеличивают высоко эффективность применения имеющихся материалов и качество жизни множество людей.

Ученые всего общества едино именуют нанотехнологии наиболее высокоперспективной и растущей наукой XXI века. Как раз в данной сфере фундаментальность и теоретической науки относится основная обязанность в мировом экономическом и общественном выработывании. В особенности значительные срывы касаются к использованию нанотехнологий в строительных материалах. И хоть вопреки на относительность недавнее начало трудов в данной сфере, уже ныне можно сообщать о том, что предоставленные технологии не только содействуют образованию новейших продуктов, но и увеличивают высоко эффективность применения имеющихся материалов и, согласно, качество жизни множество людей.

С помощью нано частиц позволено менять краску естественного возмещения, их функции самоочистения разрешают основывать особый антибактериальный слой, проводимость – развивать специальное выполняющее возмещение, ультрафиолетовая защита – увеличивать свойства антистарения и предупреждать появление желтизны (что, в частности, очень дорого для металлопластиковых окон и дверей), большая данные к устойчивости поддерживает закреплять силу сопротивления материалов на поверхности пластиковых труб. Наноматериалы, имеющие редкими оптическими, электрическими, тепловыми и магнитными свойствами, могут свершить революцию во многих отраслях производства строительных материалов. Разработка и развитие нанотехнологий стало одним из приоритета направлений развития китайской науки. Более того, настоящее в КНР от научного исследования и развития нано отрасли возникает переход к началу массового внедрения ее продуктов в производство «Эффект лотоса» Основание специального покрытия для стройматериалов, с содействием нанотехнологий способного противостоять загрязняющему воздействию водных и нефтяных капель. В итоге добиваться так

называемый «эффект лотоса»: капли, как шарики ртути, скатываются с поверхности листа, охраняя его вечно чистым и сухим, смывание в то же время всю грязь и никогда не забывая следов.

Наиболее глубокая сфера использования раскрытия - Значительный международный театр в Китае, на строительство многозначного полушария которого имелось израсходовано построения \$678,42 млн. Возмещение застекленной сфере величиной 6500 кв. м, спрашивающей сомнение у малообразованных клиентов произведено с применением нанотехнологий. Сначала в плане стройки подобная потенциал не анализировалась, строителям привелось направиться за поддержкой к мастерам Китайского сельского парка Чжунгуаньцунь (популярного как Пекинская силиконовая впадина), где и имелась предложение и скоро с результатом введена нанотехнология использования наночастицы с применением «эффекта лотоса» в возмещении для застекленного материала. Листок лотоса постоянно оказывается аккуратным за счет особенного структуры листа. Он ни разу не мокнет (большая плотность), и капля воды и грязи спускаются с него, не забывая никоих отпечатков. Нанотехнологии - ясный аккумулятор. Наноматериалы - нано покрытия, скапливающие ясную активность. Нанотехнология была придумана в Шанхайской середине науки и технологий. Может быть применяться на лестницах зданий при наличии электрического озарения, а также в свойстве катастрофичной освещении на происшествие эвакуации (показывает дорогу к выходу), скажем, в развлекательность заведении. Заслуживает все значительную известность для недалекого использования – не только лишь как исключительный декор, но и как энергосберегающий источник света. Притом в свойстве «солнечных батарей» могут применяться окна поселения. Одно из основных достоинств нанотехнологии - более малая цена по соотнесению с дорогими традиционность солнечными батареями.

Применение нано пористого возмещения для стенок, разрешающего оберегать тепло в поселении зимой и прохладу летом. Конструкция играет собой светонепроницаемую пленку, владеющую большими изоляционными качествами и способную обеспечивать так называемый «эффект термоса». По замыслу создателей, придумывание полагается применить в главном в крупномасштабной стройке. Так, в частности, сходным материалом возмещены стены Шанхайского музея науки и нанотехнологии площадью практически 4000 кв. м. Предполагается также применить эти методологии в выставочном зале Немецкого национального павильона. Специалисты полагают, что уже в самом скорейшем будущем нано изоляционные возмещения придут в

жилые области, обеспечение основную экономию энергии и защитить окружающую среду.

Технологии уже отыскали использование в постройке объектов для Олимпийских игр в Китае. В частности, в Пекинском дворце спорта Capital Gymnasium наночастицы были применены для возмещения потолков, что обеспечивает звукоизолирующую функцию помещений, а также способность наиболее интенсивного противостояния деформации. Применение наноматериалов в покрытии стен защищает их от грязи и воды.

Нано пластиковые двери, окна и трубы делаются наиболее износостойкими и устойчивыми к коррозии. Нанометодика на сегодняшний день уже отыскали обширное применение в спортивном снабжении и инвентаре – их применяют в потреблении лыжных палок, трамплинов для прыжков, теннисных ракеток и т.п.

Специалисты испытывают, насколько тяжело спортсмену ходить на пятиметровом трамплине шириной всего полметра, а технологии разрешают сделать поверхность доставленного спортивного снаряда, принося потенциал прыгуну в воду собраться и предельно сосредоточиться. В ракетках для бадминтона и теннисных ракетках такие характеристики, как легкость и прочность, завоевываются за счет повышения плотности углеродных материалов. Настоящее 75% проводимых в Пекине, исследований в области нанотехнологий относятся металлов и неорганической химии. Кроме того, высокий интерес также уделить полимерам и синтетическим материалам. Тем не менее, в таких сферах, как электроника, биомедицина, использование нанотехнологий в силу их небольшой изученности пока ограничено.

Соответственно ряду отчетов исследовательских компаний, в далекие пять лет спрос на строительные материалы, сделанные с использованием нанотехнологий, возрастет на 53%. И, важнейшим образом, это довольно завоевано за счет самоочищающегося покрытия. Рассчитывая на нынешний день сфера использования нанотехнологий в строительстве пока недостаточно широка, тем не менее специалисты обосновали, что применение новейших методик в таких веществах, как бетон, краска, стекло, клей делает строительные материалы гораздо более оперативными по своему направлению. Максимальным спросом в строительной отрасли в ближайшем будущем примут воспользоваться такие материалы с нанотехнологиями, как фасадные водонепроницаемые краски.

Целью неразрушающего контроля являются обеспечение безопасной эксплуатации различных систем и объектов, своевременное обнаружение в материалах и изделиях дефектов и определение их

параметров и степени опасности. Использование нанотехнологий – области науки, манипулирующей объектами размерами меньше сотен нанометров, позволит существенно расширить как существующие методики неразрушающего контроля, так и развивать новые методы, позволяющие характеризовать материалы с нано- и микронеоднородностями.

Использование новых материалов на основе нано композитов позволит разрабатывать более чувствительные первичные преобразователи для неразрушающего контроля и диагностики. Так, уже нашла применение новая технология контроля мостов, зданий, самолетов на основе использования покрытия из слоев полимеров, в которые вплетена сеть углеродных нано трубок. Каждый слой такого покрытия предназначен для измерения определенного параметра: один измеряет показатель кислотности рН, который изменяется при коррозии, другой регистрирует повреждение структуры объекта и образование трещин. По периметру покрытия находятся электроды, информация с которых позволяет воссоздать двумерную карту электрического сопротивления сети нано трубок, которое изменяется при возникновении трещин или коррозии. Метод фотометрической спектроскопии широко используется для неразрушающего контроля структуры материалов – толщин межфазных границ, наличия наноразмерных инородных включений, пористости.

Список информационных источников

1. Дорошин В. Г. Новое открытие американских нанотехников / Коммерсантъ. – 2011. – №59. – С. 22-28
2. Килимник А. Б. Физическая технология: Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. – 2005. – 80 с.
3. Иванов К. Е. Полимерные композиты на основе химических волокон, их основные виды, свойства и применение / Технический текстиль. – 2006. – №13. – С. 15-19
4. Федосеев С.Н., Кундянова У.П. Нанотехнологии в пищевой промышленности / Современные технологии продуктов питания. Сборник научных статей материалы 2-й Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор Горохов А.А. – 2015. – С. 155-158
4. Травень В.Ф. Нанотехнология: Учебник для вузов в 3-х томах. – М.: Академкнига, 2011. – Т.1. – 727 с.

КОРПОРАТИВНАЯ КУЛЬТУРА МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Курманбек кызы Нурзат

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Редько Л.А., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Под корпоративной культурой чаще всего понимается совокупность определенного поведения и способов принятия решений, принятых всеми, которые включают в себя, то, что думают, чувствуют и как действуют сотрудники на рабочем месте. Другими словами, культура – это то, каким образом сотрудники выполняют работу.

Сегодня корпоративная культура фирмы считается главным фактором ее конкурентоспособности, поэтому становится важнейшим элементом системы управления персоналом и в целом организации. Корпоративную культуру можно считать внутренним кодом организации. Корпоративная культура сплачивает сотрудников и определяет, как они должны относиться друг к другу. Помогает организации адаптироваться во внешней среде. При этом важна внутренняя интеграция.

Формирования и совершенствования корпоративной культуры в медицинском учреждении имеют огромное значение для эффективного управления процессами, формирования мотивации, удовлетворенности и лояльности персонала, и что самое главное – для поддержания качества предоставляемых медицинских услуг на высоком уровне.

К критериям качества медицинской помощи относят: доступность, полноту обследования, лекарственное обеспечение, адекватность оказанной медицинской помощи, укомплектованность и квалификацию медицинских кадров, материально – техническое обеспечение и соблюдение санитарно-эпидемиологического режима и соблюдение этических норм.

В последнее время нередко проявления грубости и бездушия по отношению к пациентам, вымогательство и незаконные платежи государственных медицинских учреждений. В этих условиях врачи проживают кризис ценностей и теряют профессионализм, нарушают нормы этики. Этические нормы поведения врача, связанные со спецификой его профессии, были оснащены, как известно, в клятве Гиппократова. Но все равно этика медицинского персонала нас не удовлетворяет [1].

Врач и весь медицинский персонал взаимодействуют со здоровьем человека, активно вступают во взаимоотношения не только с физическим, но и социальным, духовным аспектом бытия человека, поэтому важно соблюдение норм этики. Добросовестный медицинский работник должен взять на себя моральные обязательства соблюдать установленные кодексом этики нормы.

Практически все взаимоотношения медицинского работника и руководителя организации регулируются соответствующими правовыми нормами. Однако на практике возникает ситуации, по каким - то причинам. Например, между руководителем и подчиненными, врачами и пациентами. Это приводит необходимости внутренней разработанный кодекс этики сотрудников. Чтобы проявлять все свои умения и заботу по отношению к пациентам, медицинские сотрудники должны быть заинтересованы, обучены и мотивированы. Важную роль играет - качество работы всего персонала. Поэтому необходимо уделять больше внимание корпоративных тренингов с целью повышения уровня навыков общения персонала: способность устанавливать и поддерживать контакт с пациентом, грамотно проводить презентацию услуг клиники и т.д.

Для выявления состояния корпоративной культуры следует проследить динамику кадров, то есть проанализировать общее число принятых или уволенных за данный период работников, а также причины поступления и увольнения [3].

Таким образом, корпоративную культуру можно определить как комплекс разделяемых членами организации мнений, эталонов поведения, настроений, символов, отношений и способов ведения работы, обуславливающих индивидуальность [4]. Очень важно понимать, что, насколько корпоративная культура будет организованной, интересной, разнообразной, настолько она будет эффективной, и в коллективе будет царить тепло и уважение.

Список использованных источников

1. Корпоративная культура и эффективность предприятия [Текст]: Монография / Т.Б. Иванова, Е.А. Журавлёва. – М.: РУДН, 2011. – 152 с.
2. Гродзенский С.Я. Менеджмент качества. Учебное пособие. Изд «Проспект», 2015.-191с.
3. Аброськина В. Д. Оценка корпоративной культуры и ее влияние на деятельность предприятий / В. Д. Аброськина // Актуальные вопросы экономики и управления. – 2013. – С. 106-108

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ВЫХОДНОМ КОНТРОЛЕ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНОЙ ПЛИТЫ

Левицкая А. А.

Томский политехнический университет

Научный руководитель: Чичерина Н. В., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

Методы статистики - именно то средство, которое необходимо изучить, чтобы внедрить управление качеством. Они - наиболее важная составная часть комплексной системы всеобщего управления качеством на фирме. В японских корпорациях все, начиная от председателя Совета Директоров и до родового рабочего в цехе, обязаны знать хотя бы основы статистических методов.

Чтобы провести анализ качества продукции, выпускаемой на ООО «Томлесдрев», на основе количественных данных имеющихся на предприятии, были применены некоторые инструменты управления качеством, а именно: диаграмма Парето и контрольная карта.

Все применяемые инструменты качества рассматривались только по отношению к одному из видов продукции, выпускаемой заводом «Томлесдрев»- это ДСП, облицованные пленками на основе термореактивных полимеров, группы А, Б, класс плит по выделению формальдегида Е1(наплавлена на производство бытовой мебели и мебели для общественных помещений, а также изделий, эксплуатируемых внутри жилых помещений), ГОСТ 10632-2007 [1].

Производство плит отвечает требованиям безопасности по ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.4.009, ГОСТ 12.1.014, ГОСТ 12.3.042.

Для того чтобы понять общую картину, складывающуюся на предприятии необходимо увидеть долю брака от общего количества плит ДСП, выпускаемых заводом. Так как ежемесячно объем выпуска древесно - стружечной плиты разный для определения доли дефектных изделий в соответствии с вышеприведенной классификацией выбрана и построена р- карта, продемонстрированная на рисунке 1.

Техника данной контрольной карты позволяет установить периоды с высоким уровнем дефектности.

На основе построенной карты видно, что процесс производства плит ДСП стабилен, т. к. доля брака не выходит за контрольные границы. Так же можно установить, что в холодные месяца количество брака больше, чем в теплые. Это обуславливается тем, что в зимнее время влажность повышена и брака при технологическом процессе

больше, чем в летний период. Как видно из карты в марте и апреле 2012 года произошел резкий скачок, процент брака резко увеличился.

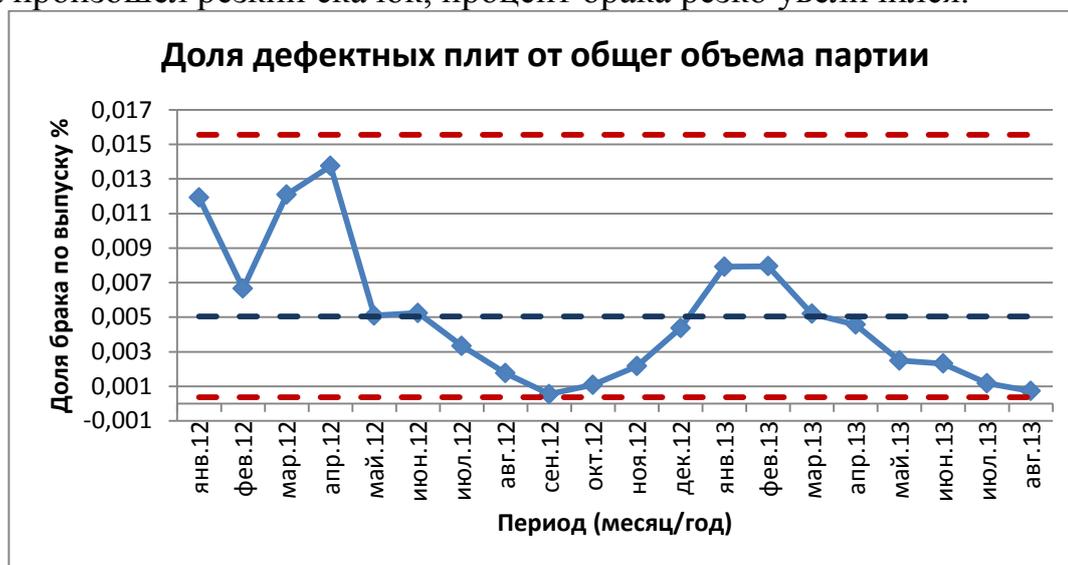


Рисунок 1. Контрольная карта зависимости брака от времени года.

ООО «Томлесдрев» как и многие другие предприятия имеет потери, связанные с выпуском брака.

Ежемесячно в отделе технического контроля ведется учет выпуска брака. Данные фиксируются в отчете.

Согласно отчету основными дефектами, выявляемыми в ходе производства древесно-стружечной плиты, являются:

- дефекты шлифования;
- пылесмоляное пятно;
- кромка торцевая; кромка продольная;
- отслаивание;
- скол угла;
- короткая, рыхлая плита;
- масло.

Цена за 1м² качественной плиты составляет 140 рублей.

Общий объем выпуска плит ДСП вместе с браком составляет 35006215,9425 м².

Общий объем выпуска качественной плиты составляет:

Объем выпуска кач. плиты = 35006215,9425 - 321389,7155 = 34684826,2200 м².

Выручка за реализацию плит ДСП для предприятия составляет: 34684826,2200 * 140 + 31111016,4600 = 4886986688,2400 руб.

Выручка, которую могло бы иметь предприятие без выпуска брака, составляет:

Выручка без выпуска брака = 35006215,9425 * 140 = 4900870232,9500 руб.

Таким образом потери, связанные с выпуском брака составляют:

Потери = 4900870232,9500 - 4886986688,2400 = 13883543,7100 руб.

С помощью диаграммы Парето, проведен анализ частоты появления брак по наименованию дефекта. Результаты показаны на рисунке 2.

Из диаграммы Парето видно, что наиболее часто встречаемы дефекты при производстве ДСП - это следующие четыре:

- дефекты шлифования;
- отслоение/ пузыри;
- пылесмоляные пятна.

Данные типы дефектов несут 80% потерь прибыли с точки зрения экономики предприятия. Сумма потерь от выпуска брака составляет 13883543,71 руб. Эта сумма могла бы пойти на выплату премий работникам, улучшение состояния рабочего места, замену и модернизацию производственного оборудования

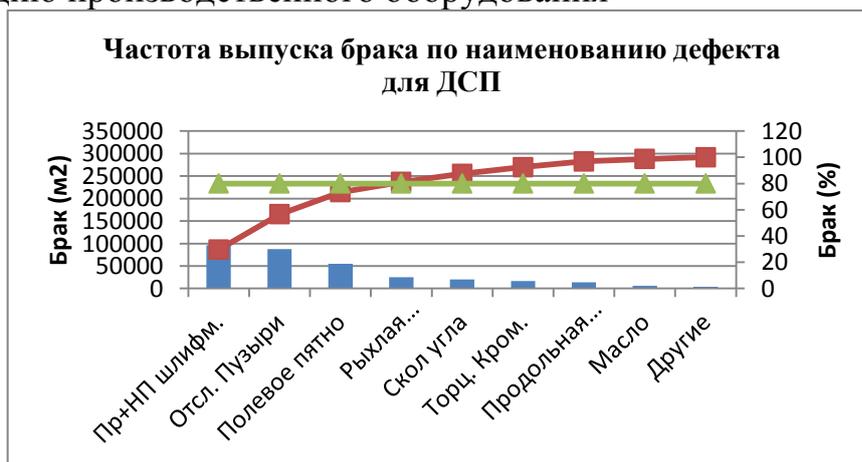


Рисунок 2. Частота выпуска брака по наименованию дефекта для ДСП.

Список информационных источников

1. Интернет портал об изделиях и продукции из натурального дерева [Электронный ресурс]. Режим доступа- <http://www.zanoza.com.ua/lib/raznoe/418-418-dsp>-Загл. с экрана.

2. GreCon. Установка контроля качества склеивания UPU 3000. Руководство по эксплуатации.

3. О компании [Электронный ресурс]: официальный сайт группы компании «Томлесдрев»; Режим доступа- <http://tomlesdrev.ru/about/>- Загл. с экрана.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ СТАНДАРТА ИСО 50001 В ИНТЕГРИРОВАННУЮ СМ

Лифанова А.В.

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Янушевская М.Н., ст. преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Рациональное использование энергоресурсов – одна из глобальных проблем мировой экономики и экологии. Во всех странах и отраслях стоит вопрос более эффективного и экономного использования энергии в промышленных процессах. Эффективное использование энергии помогает организациям сэкономить деньги и ресурсы, а также попытаться противодействовать изменению климата [4].

15 июня 2011 года был принят стандарт ISO (ИСО) 50001:2011 «Системы энергоменеджмента. Требования». Данный набор спецификаций включил в себя весь положительный опыт национальных отраслевых стандартов ведущих стран, и стал инновационным международным решением в области энергоменеджмента.

В России практика сертификации энергоменеджмента существует сравнительно недавно, тогда как во многих западных странах этим занимаются уже более 20 лет. Лишь в 2013 году в нашей стране был утвержден национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 50001-2012, разработка которого велась по инициативе Всероссийского научно-исследовательского института сертификации (ВНИИС) [5].

По данным на 2014 год всего 81 организация получила сертификат ISO 50001.

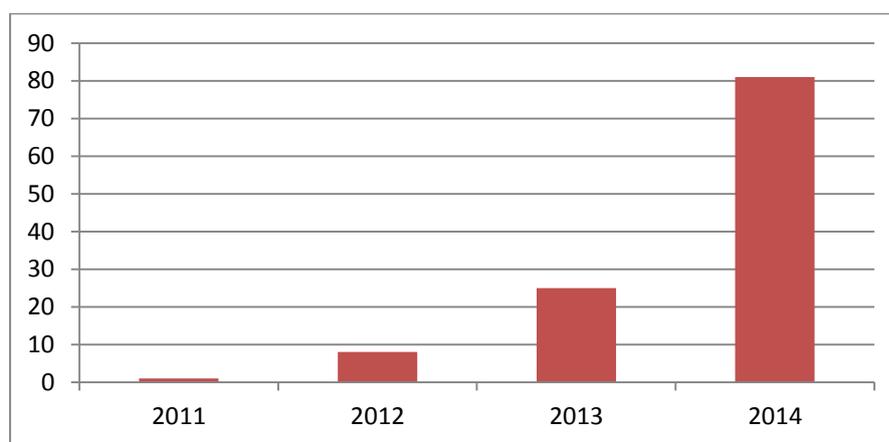


Рисунок 1. Количество выданных сертификатов ISO 50001 2011-2014 гг.

Существует ряд объективных и субъективных трудностей и барьеров, которые приходится преодолевать Российским организациям при внедрении энергетического менеджмента. Такие как:

–неоднозначное видение участниками работы важности разработки и введение Энергетической политики предприятия, границ (сферы) действия СЭнМ и объемов документирования СЭнМ;

–недостаточная проработка систем мотивации персонала по повышению энергоэффективности и энергосбережению;

–несвоевременное создание специальных структур управления СЭнМ и неуверенность в их эффективном функционировании, особенно на начальном этапе работы;

–несовершенство системы планирования энергоэффективности;

–отсутствие достоверных данных о потреблении ТЭР и эффективности их использования из-за недостаточной оснащенности систем технического (управленческого) учета ТЭР.

Объектом исследования в работе выступает ПАО «ТРК». Публичное акционерное общество "Томская распределительная компания" - это региональная энергетическая компания, обеспечивающая передачу и распределение электроэнергии на всей территории области [3].

Стратегические приоритеты компании ориентированы на реализацию Стратегии развития электросетевого комплекса Российской Федерации, утвержденной распоряжением Правительства РФ № 511-р от 3 апреля 2013 года. В их числе:

- обеспечение безопасного и устойчивого функционирования распределительного электросетевого комплекса Томской области;
- повышение надежности и качества реализуемых услуг;
- повышение операционной и инвестиционной эффективности;
- создание новой электросетевой инфраструктуры региона на основе инновационного масштабного технологического обновления;
- повышение инвестиционной привлекательности;
- повышение энергоэффективности;

В компании внедрена интегрированная система менеджмента на основе международных стандартов ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 и OHSAS 18001-2007. И в целях повышения своей энергоэффективности было решено интегрировать еще один стандарт ISO 50001:2011. Для успешного внедрения и функционирования были разработаны необходимые документы. Такие как энергетическая политика, планы мероприятий разработки и внедрения энергетического менеджмента и

документированная процедура интегрированной системы менеджмента внутренний аудит.

Энергетическая политика содержит заявление об обязательствах организации по достижению улучшения энергетической результативности, устанавливает цели в области энергоменеджмента.

Планы мероприятий содержат:

- распределение ответственности;
- сроки выполнения;
- ответственные исполнители;
- мероприятия и результаты.

Эти планы мероприятий должны актуализироваться через определенные интервалы времени [1].

В документированной процедуре внутренний аудит на данном этапе разработаны следующие разделы:

1. Общие положения
2. Область применения
3. Нормативные ссылки
4. Сокращения, термины и определения
- 4.1 Сокращения
- 4.2 Термины и определения
5. Описание процедуры внутренних аудитов исм
- 5.1 Общие положения
- 5.2 Порядок проведения внутреннего аудита

Таким образом, стандарт ISO 50001 поможет организациям разработать стратегию, которая позволит повысить эффективность использования энергии, снизить издержки, и улучшить экологическую составляющую деятельности [2]. Одним из существенных преимуществ внедрения системы энергетического менеджмента станет также повышение инвестиционной привлекательности компании [6]. Так же благодаря тому что ISO 50001 применяется совместно с другими, хорошо известными стандартами, такими как ИСО 9001 или ИСО 14001, что позволяет организациям без труда интегрировать энергетический менеджмент в уже существующую систему.

Для многих организаций энергетический менеджмент становится новым, эффективным инструментом для рационального использования энергетических ресурсов.

Список информационных источников

1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению» /

«Кодекс». - 2015. [электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-50001-2012>

2. Энергоэффективность и энергетический менеджмент: учебно-методическое пособие / Т.Х. Гулбрандсен, Л.П. Падалко, В. Л. Червенский – Минск: БГАТУ, 2010. – 240 с. 3. Энергоменеджмент на предприятии [Электронный ресурс]. Режим доступа- <http://www.ntc-retes.ru/energomenedzhment> Загл. с экрана.

3. Томская распределительная компания [Электронный ресурс]. Режим доступа-<http://www.trk.tom.ru/about/>

4. ИСО 50001 - Энергетический менеджмент [Электронный ресурс]. Режим доступа- <http://www.iso.org/iso/ru/iso50001> Загл. с экрана.

5. Энергоменеджмент: новый стандарт – новое качество [Электронный ресурс]. Режим доступа- <http://www.cnews.ru/reviews/free/tek2012/articles/article10.shtml> Загл. с экрана.

6. Развитие информационно-аналитических систем как ключевой инструмент современного энергоменеджмента [Электронный ресурс]. Режим доступа-http://www.aselibrary.ru/press_center/journal/irr/irr4925/irr49254926/irr492549264927/irr4925492649274930/ Загл. с экрана.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТКЛИКА НА ИМПУЛЬСНОЕ УДАРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ В ПРОЦЕССЕ ИЗГИБА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Лыков А.Е.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Суржиков А.П., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедры физических методов и приборов контроля качества

Железобетон обычно используется в силовых конструкциях, где он подвергается воздействию высоких механических нагрузок. В процессе эксплуатации конструкция должна выдерживать эксплуатационную нагрузку без возникновения в ней остаточных деформаций и разрушений. Поэтому существует необходимость текущего контроля бетонных изделий с целью определения их технического состояния.

Для определения начала процессов трещинообразования в материалах и изделиях разрабатываются методы, которые основаны на регистрации и анализе акустической и электромагнитной эмиссии [1,2]. Так, например, в статье [2] с помощью акустической эмиссии авторы исследуют уровень и характер повреждений железобетонной балки

размером 150×250×1900 мм. Недостаток эмиссионных методов заключается в том, что они могут использоваться только для непрерывного мониторинга конструкций в процессе их эксплуатации.

Для решения этой задачи может быть использован метод, основанный на явлении механоэлектрических преобразований при слабом ударном воздействии [3].

При данном подходе для создания сигнала из образца используется внешнее воздействие, а, следовательно, показания можно получить в любой момент времени, вне зависимости от поведения образца. В этом случае нет необходимости осуществления непрерывного мониторинга, а контроль может осуществляться периодически.

Целью данной работы является поиск информативных критериев оценки технического состояния железобетона (уровня поврежденности, характер повреждений) по параметрам электрического отклика на упругое ударное возбуждение.

Лабораторная установка для проведения исследований представлена на рисунке 1.

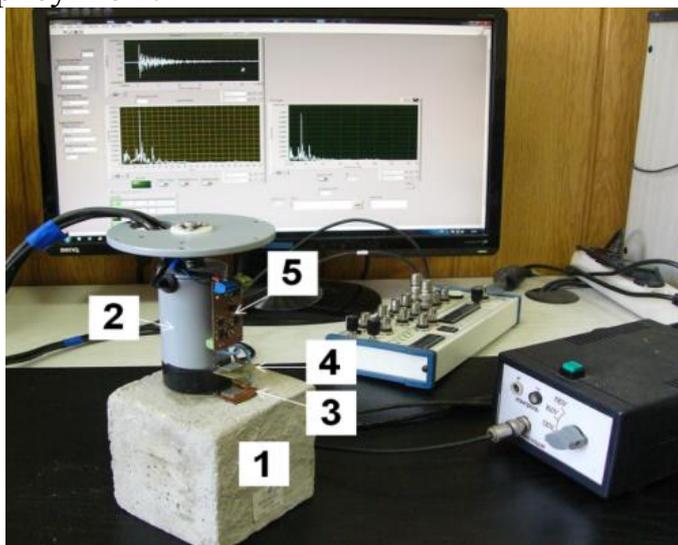


Рис. 1. Фотография измерительной системы

1 – образец, 2 – электромеханическое ударное устройство, 3 – измерительный приемник, 4 – компенсационный приемник, 5 – дифференциальный усилитель, 6 - источник питания, 7 - терминальный блок платы ввода-вывода

Данный комплекс позволяет производить импульсное механическое возбуждение образцов и регистрацию электрического отклика. Импульсное механическое возбуждение образцов производится электромеханическим ударным устройством с нормированной силой удара, через металлическую подложку. Для

регистрации электрического сигнала используется дифференциальный электрический датчик 3. Электрический приемник состоит из двух воспринимающих элементов в виде плоских металлических пластин. Измерительная размещается на расстоянии 2 мм от поверхности образца, а компенсационная в 3 см. Измерительная пластина воспринимает полезный сигнал и электрический сигнал удаленной помехи, а компенсационная воспринимает только удаленную помеху. Это позволяет на выходе дифференциального датчика существенно повысить соотношение сигнал-помеха. Сигналы регистрируются с помощью многофункциональной платы ввода-вывода «NI PCI-6251», позволяющей осуществлять оцифровку временной реализации электрического сигнала.

Для исследований подготовлены образцы тяжелого бетона размером 400×100×100 мм. Измерения планируется проводить следующим образом: измерительный зонд с помощью резиновых жгутов крепится к боковой поверхности образца. Затем образец вместе с зондом устанавливается в пресс, и производится нагружение вплоть до разрушения.

В процессе исследования для нагружения образца используется компьютеризированный нагрузочный пресс ИП-500. Данный пресс способен регистрировать нагрузку, оказываемую на образец и его деформацию.

На данный момент проведены измерения нескольких образцов и результаты данных измерений анализируются.

Таким образом, в ходе выполнения данной работы планируется создание способа неразрушающего контроля технического состояния железобетона в условиях изгиба.

Список информационных источников

1.Noorsuhada Md Nor, Azmi Ibrahim, Norazura Muhamad Bunnori, Hamidah Mohd Saman, Soffian Noor Mat Saliah, Shahiron Shahidan. Diagnostic of fatigue damage severity on reinforced concrete beam using acoustic emission technique. Construction and Building Materials, 2014, Vol. 41, P. 1-9.

2.Shahiron Shahidan, Rhys Pulin, Norazura Muhamad Bunnori, Karen M. Holford. Damage classification in reinforced concrete beam by acoustic emission signal analysis. Construction and Building Materials, 2013, Vol. 45, P. 78-86.

3.Fursa T. V., Surzhikov A. P., Dann D. D. Development of the Technique of Nondestructive Testing of Heterogeneous Dielectric Materials

Based on Utilization of the Mechanoelectric Transformation Phenomenon.
Russian Journal of Nondestructive Testing, 2010, Vol. 46, N. 1, P. 5-9.

РАЗРАБОТКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ ЕМКОСТИ САР-10.1

Мазиков С.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Вавилова Г.В., ст. преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Измеритель емкости САР-10.1 предназначен для контроля емкости электрического провода непосредственно в процессе производства на стадии нанесения изоляции на токопроводящую жилу.

САР-10.1 обеспечивает измерение погонной емкости (50...500) пФ/м проводов наружным диаметром изоляции (0,5...12) мм с максимально допустимой погрешностью 2,5 % в условиях значительного изменения электропроводности воды, эквивалентной изменению концентрации NaCl в диапазоне (0...4) г/л.

Внешний вид измерителя емкости САР-10.1, состоящего из электроемкостного измерительного преобразователя (ЭЕИП) и пульта отображения информации и допускового контроля БИ-1, представлен на рисунке Рис. 1 [1].

Принцип действия измерителя емкости основан на измерении силы тока, по значению которой при известных амплитуде и частоте приложенного напряжения можно судить о значении емкости провода. Предложенный метод реализуется за счет использования единственно возможный вариант [2] реализации ЭЕИП, основанного на применении трубчатого электрода, погруженного вместе с контролируемым проводом в охлаждающую ванну экстрозивной линии.

Значение погонной емкости провода C_{Π} , пФ/м описывается линейной функцией преобразования вида:

$$C_{\Pi} = C_0 + k \cdot I_x, \quad (1)$$

где C_0 , пФ/м и k , пФ/(м·А) – постоянная составляющая и коэффициент пропорциональности.

Коэффициенты функции преобразования (1) зависят от конструктивных параметров конкретного ЭЕИП и рассчитываются индивидуально при перичной настройке измерителя емкости.

Первичная настройка измерителя емкости САР-10.1 проводится на этапе его изготовления и заключается в определении коэффициентов

функции преобразования (1) выходного сигнала ЭЕИП в результат измерения емкости контролируемого провода.

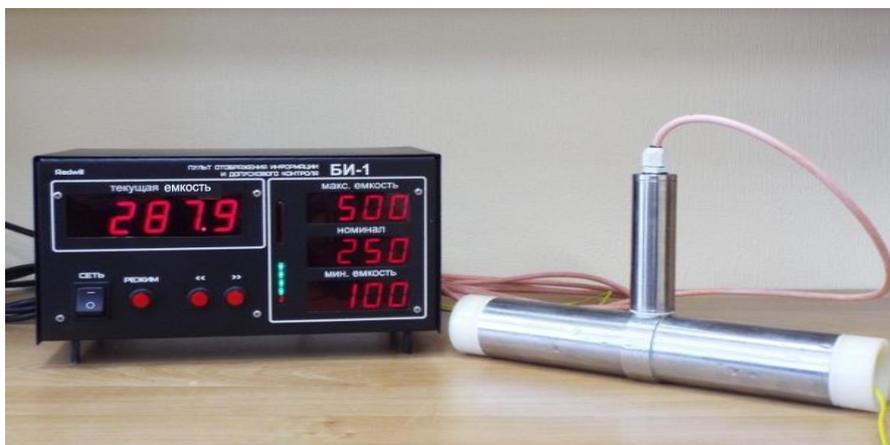


Рис. 1. Внешний вид прототипа измерителя емкости CAP-10.1

Для проведения первичной настройки используются специально подготовленные отрезки одножильных проводов с изоляцией из различных материалов с известными значениями погонной емкости от 180 до 460 пФ/м в пределах диапазона измерения CAP-10.1 [3]. Действительное значение емкости этих образцов определяются измерением в соответствии с требованиями ГОСТ 27893-88 «Кабели связи. Методы испытаний» [4].

Экспериментальные исследования [5] показывают значительную зависимость значение погонной емкости провода от текущего значения электропроводности воды, в которую погружен ЭЕИП, и появление погрешности измерения емкости провода до 20 %.

Для устранения этого влияния на результат измерения емкости провода используется методика отстройки, основанная на косвенном измерении значения электропроводности воды, которое может быть определено путем изменения фазы тока измерительного электрода,

вернее соотношения $t = \frac{\operatorname{Re} I_x}{\operatorname{Im} I_x}$, равного $\operatorname{tg} \varphi$ (φ – угол между вектором тока и мнимой осью комплексной плоскости) [5] или изменения тока I генератора, нагруженного на все электроды ЭЕИП [6].

Отстройка от влияния мешающих факторов заключается в замене коэффициентов $C_0(\lambda)$, пФ/м и $k(\lambda)$, пФ/(м·А) в функции преобразования (1) на соответствующие функции $C_0(t)$ пФ/м и $k(t)$, пФ/(м·А) или $C_0(I)$ пФ/м и $k(I)$, пФ/(м·А), которые с достаточной степенью приближения могут быть описаны полиномами второго порядка, коэффициенты

которых определяются конструктивными параметрами используемого ЭИИП.

При обнаружении в процессе измерения погонной емкости провода систематической погрешности можно провести «рабочую» настройку измерителя емкости САР-10.1, которая осуществляется в автоматизированном режиме в условиях технологического процесса. Задача «рабочей» настройки состоит в определении значения емкости ΔC , пФ/м, рассчитываемого по формуле:

$$\Delta C = \Delta C_1 + \frac{\Delta C_2 - \Delta C_1}{C_{x2} - C_{x1}} (C_x - C_{x1}) \quad (2)$$

Алгоритм корректировки производится с помощью стандартной операции исключения систематической погрешности, приведенной на рисунке 2.

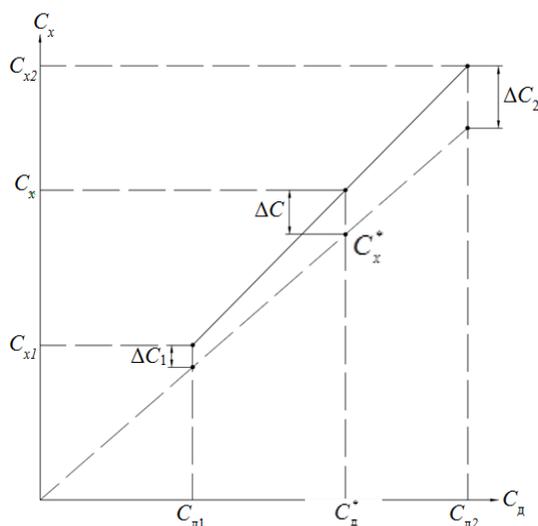


Рис. 2. Алгоритм корректировки измеренного значения погонной емкости

Скорректированное значение погонной емкости C_x^* , пФ/м, для любого образца провода, рассчитывается по формуле:

$$C_x^* = C_x - \Delta C \quad (3)$$

При проведении «рабочей» настройки необходимо четко знать температуру воды охлаждающей ванны, где установлен измеритель емкости, потому что температурные режимы охлаждения изоляции провода значительно отличаются от нормальных условий, регламентируемых ГОСТ. Температура охлаждения изоляции провода в процессе экструзии во многом зависит от материала изоляции и может составлять от 40 до 200 °С.

В измерителе емкости реализуется отстройка от изменения электропроводности воды, в том числе и за счет изменения

температуры воды. Но к изменению емкости провода может привести и изменение температуры изоляции [3]. Учитывая это, используемые для проведения первичной и «рабочей» настроек должны иметь паспорт, в котором указаны действительные значения емкости при различных температурах изоляции.

Для проведения настроек измерителя емкости САР-10.1 используются контрольные образцы проводов с известными действительными значениями емкости, как в нормальных условиях, так и при различных температурных условиях, соответствующих технологическому процессу охлаждения изоляции провода. Разработана методика проведения первичной настройки, позволяющая получить коэффициенты функции преобразования выходного сигнала ЭЕИП в результат измерения емкости контролируемого провода, с использованием отстройки от мешающих факторов на основе изменения фазы тока измерительного электрода и на основе измерения тока генератора, нагруженного на все электроды ЭЕИП. Предложена методика автоматизированной «рабочей» настройки, позволяющий скорректировать показания измерителя емкости САР-10.1 за счет исключения систематической погрешности измерения.

Список информационных источников

1. Гольдштейн А.Е. Измеритель погонной емкости одножильного провода для технологического контроля/ А.Е. Гольдштейн, Г.В. Вавилова// Ползуновский вестник. – 2015. – № 3. – с. 38-42.
2. Пат. № 20030128038 US, МПК G01R 27/26. Capacitance monitoring systems/ Patrick Fleming, Lee Robert Coleman.; заявл. 25.01.2001; опубл. 10.07.2003. - № 10/182766.
3. С.В. Мазиков, Г.В. Вавилова. Определение действительного значение погонной емкости образцов провода// Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов IV Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых в 3 т. – 2015. – Т. 1. – Томск: Изд-во ТПУ. – с. 131-135.
4. ГОСТ 27893-88 (СТ СЭВ 1101–87). Кабели связи. Методы испытаний. – Введ. 1990.01.01. – с измен. 2015-01-16.
5. Гольдштейн А.Е. Отстройка от влияния изменения электропроводности воды на результаты технологического контроля погонной емкости электрического кабеля/ А.Е. Гольдштейн, Г.В. Вавилова// Ползуновский вестник. – 2013. – № 2. – с. 146-150.

6. Пат. № №2578658 RU МПК G01R27/26 Способ измерения погонной емкости одножильного электрического провода/ Гольдштейн А.Е., Вавилова Г.В., Редько В.В.; заявл. 29.12.2014; опубл. 15.04.2016.

СИСТЕМА ЭКСПОРТНОГО КОНТРОЛЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В ТПУ

Мазиков С.В.¹, Гальцева О.В.¹, Нешина Е.Г.²

¹Томский политехнический университет

²Карагандинский государственный технический университет, г.

Караганда, Казахстан

Научный руководитель: Гальцева О.В., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

В связи с задачами расширения международного сотрудничества, как Российской Федерации в целом, так и Томского политехнического университета в частности, на первый план выходят вопросы соблюдения процедуры экспортного контроля. Государственная политика в области экспортного контроля является составной частью внутренней и внешней политики Российской Федерации и осуществляется исключительно в целях обеспечения безопасности страны, ее политических, экономических и военных интересов. Одновременно экспортный контроль является механизмом обеспечения выполнения на национальном уровне международных обязательств Российской Федерации в области нераспространения оружия массового поражения.

Как известно, экспортный контроль осуществляется в отношении определенной группы контролируемых товаров и технологий (сырья, материалов, оборудования, научно-технической информации, работ, услуг, результатов интеллектуальной деятельности), которые могут быть использованы при создании оружия массового поражения, средств его доставки, иных видов вооружения и военной техники либо при подготовке и (или) совершении террористических актов.

Сама процедура экспортного контроля основана на правилах осуществления внешнеэкономических операций с товарами и технологиями, включенными в контрольные списки, определены постановлениями Правительства Российской Федерации, которыми регламентируются порядок и условия совершения сделок, требования к заключаемым контрактам, а также к составу и содержанию документов, представляемых для получения лицензии.

Российская система экспортного контроля создана в 1992 году. В настоящее время ее структура включает в себя органы государственной исполнительной власти, призванные регулировать и контролировать эту важнейшую составляющую обеспечения национальной и экономической безопасности. Структура Российской системы экспортного контроля приведена на рисунке 1.

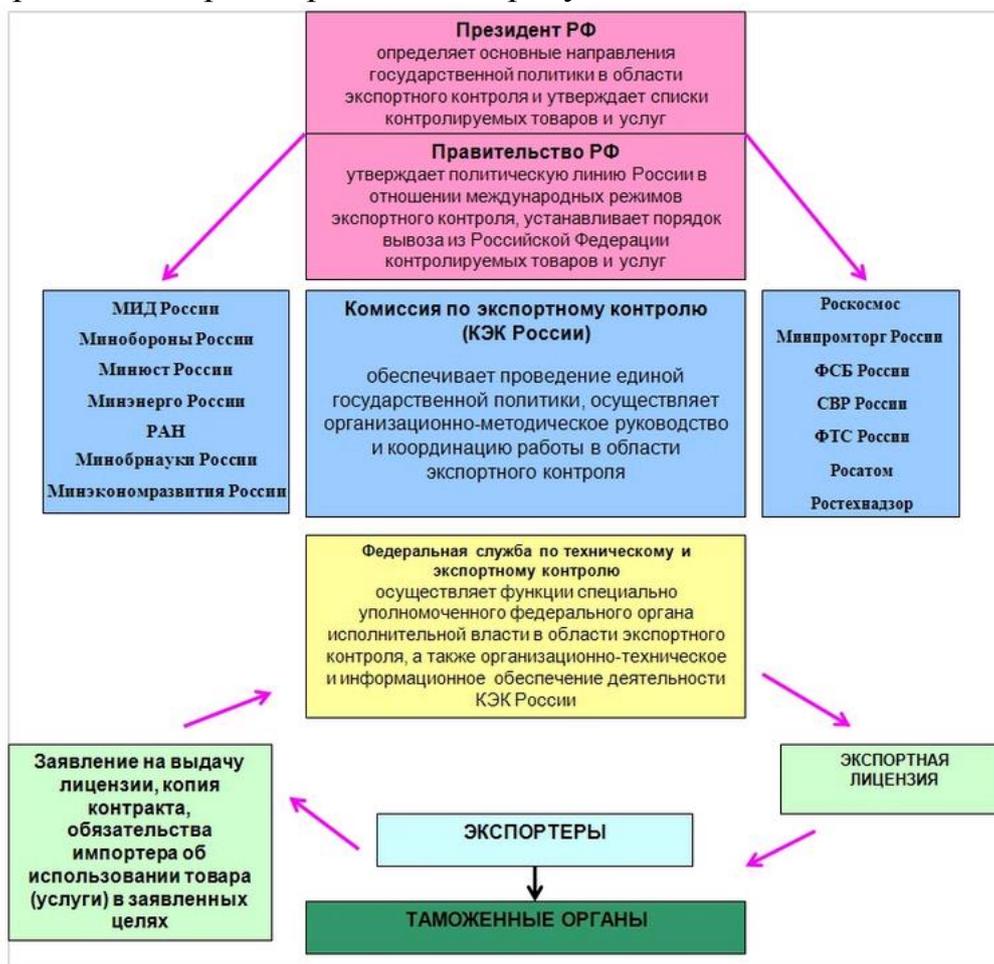


Рис. 1. Структура Российской системы экспортного контроля

В эту управленческую вертикаль, наряду с Президентом и Правительством РФ, принимающих ключевые решения в этой сфере, входит целый ряд министерств и ведомств, в первую очередь Федеральная служба по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК). В силу своей многоплановости экспортный контроль затрагивает сферы ответственности многих федеральных органов исполнительной власти. В осуществлении экспортного контроля задействованы МИД России, Министерство обороны России, Федеральная таможенная служба России, ФСБ, СВР, отраслевые министерства и ведомства [1].

Комиссия по экспортному контролю РФ координирует работу всех ведомств. Основными функциями этой комиссии являются реализация государственной политики в области экспортного контроля, включая формирование стратегии и тактики действий в международных режимах экспортного контроля, организация межведомственного взаимодействия по вопросам прогнозирования и выявления угроз национальной безопасности, связанных с распространением, и противодействия этим угрозам, определение допустимых направлений и форм сотрудничества с иностранными государствами в высокотехнологичных областях, а также урегулирование межведомственных разногласий при осуществлении экспортного контроля.

Непосредственная реализация единой государственной политики, функциональное регулирование и организация межведомственного взаимодействия в области экспортного контроля осуществляется специально уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в области экспортного контроля - ФСТЭК России. Выполнение указанных функций ФСТЭК России обеспечивает Управление экспортного контроля ФСТЭК России [2, 3].

В связи с этим возникла потребность введения в каждом высшем учебном заведении внутривузовской системы экспортного контроля (ВСЭК). ВСЭК в Томском политехническом университете (ТПУ) введена в 2011 году. Структура ВСЭК ТПУ приведена на рисунке 2.



Рис. 2. Структура экспортного контроля ТПУ

Эта система представляет собой комплекс мер, обеспечивающих реализацию установленного порядка осуществления внешнеэкономической деятельности в отношении продукции, услуг и технологий двойного назначения. При этом под внешнеэкономической деятельностью ТПУ понимаются любые формы участия в международном обмене товарами, работами, услугами, результатами интеллектуальной деятельности, а также доклады, статьи, внешнеторговая, инвестиционная и иная деятельность, включая производственную кооперацию, т.е. в таком обмене, когда одной из участвующих в нем сторон является иностранное государство или лицо, международная организация либо их представители.

В связи с укреплением позиций Томского политехнического университета в международных образовательных рейтингах деятельность внутривузовской системы экспортного контроля является крайне актуальной, хотя и существует ряд проблем, одна из которых – нехватка квалифицированных кадров.

Список информационных источников

1."Система экспортного контроля в Российской Федерации (цели, задачи, основные принципы)". – Волгоград, 2010. №1. – 24 с.

2.Экспортный контроль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ved.gov.ru/reg/tools/export_control/

3.Система экспортного контроля Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://it4b.icsti.su/info/exp_con.htm.

4.[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portal.tpu.ru/departments/head/science/export>

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МНОГОЭЛЕМЕНТНОГО ЁМКОСТНОГО ДАТЧИКА УРОВНЯ

Ма Синсин, Степанов А.Б.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Степанов А.Б., ст. преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В последние годы в системах автоматического управления, контроля и регулирования в различных отраслях промышленности, а

также на объектах атомной энергетики находят все более широкое применение перспективные средства измерения и контроля, оснащенные микропроцессорами, которые принято называть интеллектуальными датчиками [1].

Для того чтобы обеспечить выполнение основных функциональных задач на начальной стадии конструирования и разработки интеллектуальных емкостных датчиков уровня необходимо выполнить построение адекватной математической модели. Основная цель создания математической модели заключается в сокращении времени на разработку датчика и существенной экономии материальных средств на проведение предварительных и опытных натурных испытаний.

Математическая модель представляет собой формальное описание основных закономерностей исследуемой системы в виде уравнений, неравенств, процедур расчета, позволяющих судить о поведении системы в естественных для нее условиях. Математическая модель емкостного датчика уровня (ЕДУ), как цепи измерительных преобразователей, строится на основе физических эффектов и ориентирована на расчет коэффициента преобразования (чувствительности) датчика [2, 3].

Необходимо отметить, что все известные методы измерения и контроля уровня жидких сред можно условно разделить на четыре большие группы: механические, электрические, акустические и электромагнитные. В электрических измерительных устройствах, как правило, контролируется сопротивление или емкость преобразователя.

Важными преимуществами емкостных датчиков перед другими типами измерительных преобразователей являются стабильность метрологических характеристик, а также возможность реализации достаточно широкого спектра зависимости изменения емкости от изменения измеряемой величины (линейной, логарифмической, экспоненциальной, степенной и др.). Применение емкостных датчиков уровня обусловлено также «гибкостью» вторичной измерительной аппаратуры, позволяющей измерять емкость в достаточно широких пределах.

Рассмотрим принцип действия емкостного преобразователя уровня неэлектропроводной жидкости в виде двух плоских металлических электродов с размерами b и L и расположенных друг относительно друга с зазором d (рис. 1). Для каждого значения уровня h жидкости в резервуаре емкость преобразователя определяется как емкость двух параллельно соединенных конденсаторов C_1 и C_2 , один из которых определяется частью электродов $(L - h)$, находящихся в газовой среде, а другой – частью электродов h , находящихся в контролируемой

жидкости. Есть и «паразитная» составляющая емкости преобразователя – емкость C_0 , обусловленная проходным изолятором, а также соединительным кабелем от электродов к вторичной измерительной аппаратуре. Значение полной емкости преобразователя можно записать, как $C_n = C_0 + C_1 + C_2$.

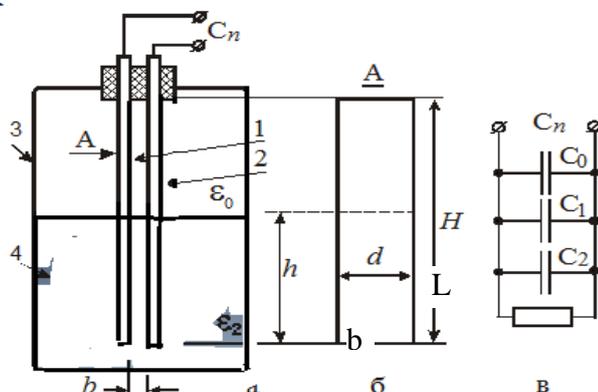


Рис.1. Ёмкостной «плоскость-плоскость» преобразователь уровня непроводящих жидких сред: 1,2 - преобразователь 3 - резервуар; 4 - жидкость

Для обозначений приведенных на рис. 1 значения емкостей C_1 и C_2 могут быть найдены как: $C_1 = \frac{\epsilon_0(L-h)b}{d}$ и $C_2 = \frac{\epsilon_0\epsilon_2hb}{d}$. (1)

Таким образом, полная емкость преобразователя, помещенного в контролируемую жидкость уровня h , составит

$$C_n = C_0 + \frac{\epsilon_0 b}{d} [L + h(\epsilon_2 - 1)]. \quad (2)$$

В настоящее время в измерительной технике находят широкое применение многоэлементные датчики. Такие датчики, как правило, содержат два и более однотипных чувствительных элемента. Отметим, что такого типа датчики позволяют преобразовать в электрические сигналы различные физические величины, которые распределены в пространстве. Классическим примером такого многоэлементного датчика могут, например, служить мостовые цепи, где каждое плечо моста можно рассматривать как отдельный чувствительный элемент. Кроме того, использование многоэлементных датчиков позволяет одновременно проводить измерения по нескольким измерительным каналам.

Рассмотрим математическую модель многоэлементного емкостного преобразователя уровня неэлектропроводной жидкости в виде

нескольких плоских металлических электродов с размерами b и L и расположенных друг относительно друга с зазором d .

Моделирование многоэлементного емкостного преобразователя уровня осуществлялось с использованием широко распространенного пакета прикладных программ MathCad.

В данной работе отражены результаты моделирования измерительного датчика уровня состоящего из трех чувствительных элементов в виде плоских конденсаторов. Каждый из трех чувствительных элементов датчика при этом включается в отдельный измерительный канал. Возможные взаимное расположение и размеры (указаны в сантиметрах) чувствительных элементов такого датчика приведены на рис. 2.

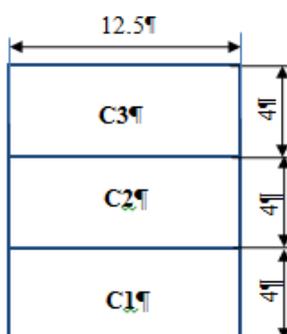


Рис.2. Расположение и размеры чувствительных элементов многоэлементного ёмкостного датчика уровня

Функции преобразования для каждого чувствительного элемента такого многоэлементного емкостного преобразователя представлены на рис. 3.

$$C1(h) := \begin{cases} \frac{\epsilon_0 \cdot b1 \cdot (L1 - h) + \epsilon_1 \cdot b1 \cdot h}{d} & \text{if } 0 \leq h < 0.04 \\ \frac{\epsilon_1 \cdot b1 L1}{d} & \text{if } 0.04 \leq h \leq 0.12 \end{cases}$$

$$C2(h) := \begin{cases} \frac{\epsilon_0 \cdot b2 L2}{d} & \text{if } 0 \leq h < 0.04 \\ \frac{\epsilon_0 \cdot b2 \cdot (L1 - h + 0.04) + \epsilon_1 \cdot b2 \cdot (h - 0.04)}{d} & \text{if } 0.04 \leq h < 0.08 \\ \frac{\epsilon_1 \cdot b2 L2}{d} & \text{if } 0.08 \leq h \leq 0.12 \end{cases}$$

$$C3(h) := \begin{cases} \frac{\epsilon_0 \cdot b3 L3}{d} & \text{if } 0 \leq h < 0.08 \\ \frac{\epsilon_0 \cdot b3 \cdot (L1 - h + 0.08) + \epsilon_1 \cdot b3 \cdot (h - 0.08)}{d} & \text{if } 0.08 \leq h \leq 0.12 \end{cases}$$

$h := 0, 0.005.. 0.12$

Рис. 3. Функции преобразования чувствительных элементов многоэлементного емкостного преобразователя

Полученные с применением пакета MathCad статические характеристики для такого многоэлементного емкостного преобразователя приведены на рис. 4 - 6. Уровень жидкости изменялся от 0 до 0.12 м с шагом 0.005 м.

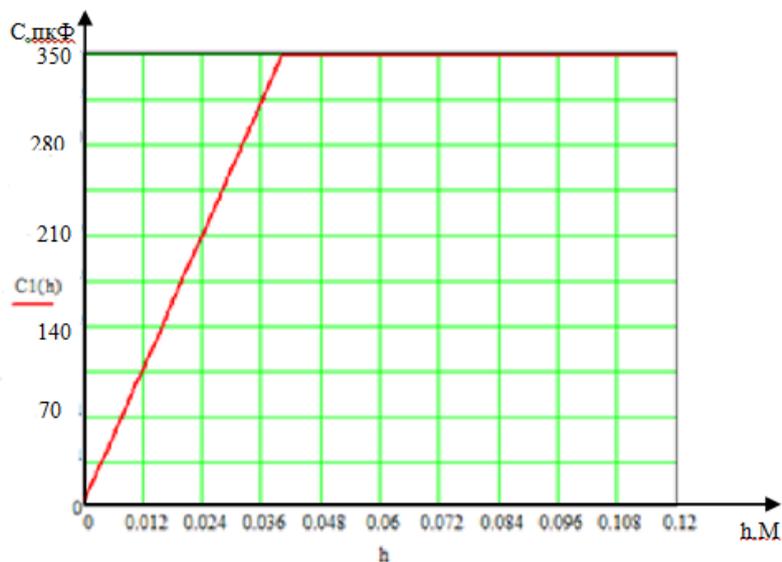


Рис.4. График зависимости ёмкости конденсатора C1 от уровня

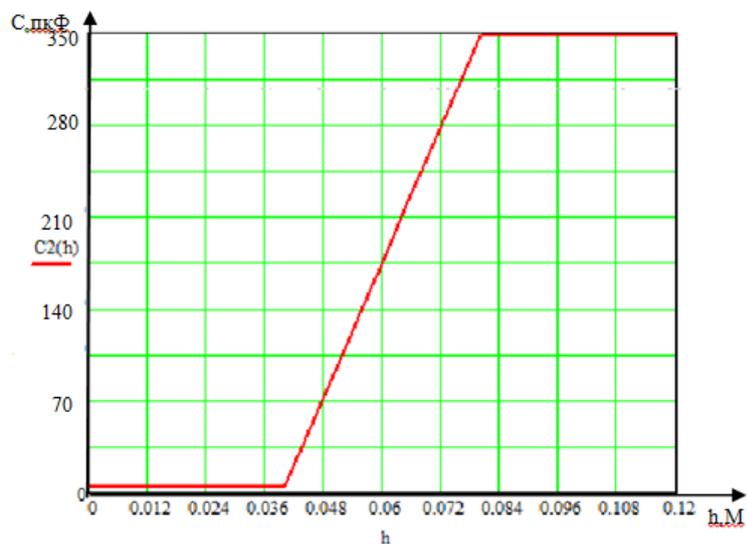


Рис.5. График зависимости ёмкости конденсатора C2 от уровня

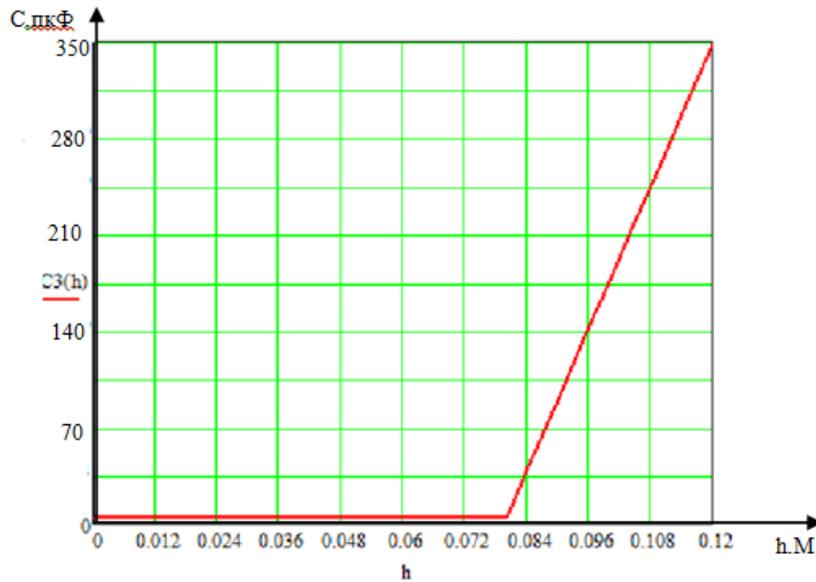


Рис.6. График зависимости ёмкости конденсатора C3 от уровня

Необходимо отметить, что применение многоэлементных средств измерения уровня в настоящее время позволяет ставить и находить решение все более сложных измерительных задач, которые связаны с измерением параметров различных технических объектов и их исследованием. Многоэлементные датчики уровня могут находить применение в задачах, для решения которых оказывается возможным и полезным получение измерительной информации об объекте контроля одновременно из нескольких источников. Таким образом, применение многоэлементных датчиков позволяет значительно расширить круг измерительных задач связанных с преобразованием выходных величин измерительных датчиков в различных современных системах контроля, автоматизации и управления.

Список информационных источников

1. Математическая модель емкостного датчика давления [электронный ресурс] <http://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-model-emkostnogo-datchika-davleniya>.

2. Бросилов С.А., Кучумов Е.В. Математическое моделирование процессов отражения и распространения электромагнитных волн в тонкой градиентной диэлектрической пластине. Труды международного симпозиума надежность и качество, ПГУ, том 1, 2011, с. 281-283.

3. В.А.Тихоненков "Теория, расчет и основы проектирования датчиков механических величин" Ульяновск 2000.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ КРЕПЛЕНИЯ ВИБРОДАТЧИКОВ НА ОБЪЕКТЕ КОНТРОЛЯ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ВИБРАЦИИ

Ма Юньтянь

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Калиниченко А.Н., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Вибрация – это явление, обычное для оборудования, содержащего движущиеся части. Вибрация – относительно малые перемещения твердого тела или его точек при механических колебаниях относительно положения равновесия.

В практике и эксплуатации машинных комплексов наиболее актуальным являются проблемы обеспечения надежности, а также технической и экологической безопасности их функционирования. Виброакустический метод контроля является актуальным на сегодняшний день. Одной из процедур в процессе контроля является присоединение датчиков вибрации, поэтому выбор способа крепления датчика вибрации на объекте контроля важен для результатов контроля.

В основных государственных стандартах [1] и [2], существующих вопросы способов крепления акселерометров, например: конкретные численные сведения о рабочих частотных и динамических диапазонах акселерометров при различных способах крепления, марках стали объекта контроля, влиянии температур, предельно допустимых перегрузках акселерометра и т.д.

Цель работы – оценка влияния способов крепления датчика вибрации на спектральные характеристики виброакустических сигналов полученных с пьезоэлектрических акселерометров.

Проведя анализ литературных источников и нормативно-технической документации, можно сделать вывод о том, что каждый из способов имеет свои преимущества и недостатки.

Для исследования способов крепления была составлена схема экспериментальной установки (рис. 1). Основным элементом в схеме является персональный компьютер (ПК), с которого осуществляется управление измерительным комплексом (К-5201) посредством программного обеспечения «Вибротест». В программе «Вибротест» задаются все необходимые исходные параметры (значение амплитуды и частоты колебаний вибростенда). После задания значений параметров, комплекс К-5201 формирует управляющий сигнал, который передаётся на усилитель мощности РА-138 (У). Усилитель, в свою очередь,

преобразует исходный сигнал и увеличивает его амплитуду до значения, необходимого для стабильной работы вибростенда (ВС).

На вибростенде (ВС) установлена стальная пластина, имитирующая объект контроля. Снизу при помощи шпильки на пластине закреплен эталонный (ЭД) датчик. Измерительный (ИД) закрепляется на пластине посредством различных способов крепления, однако располагается он всегда строго над эталонным.

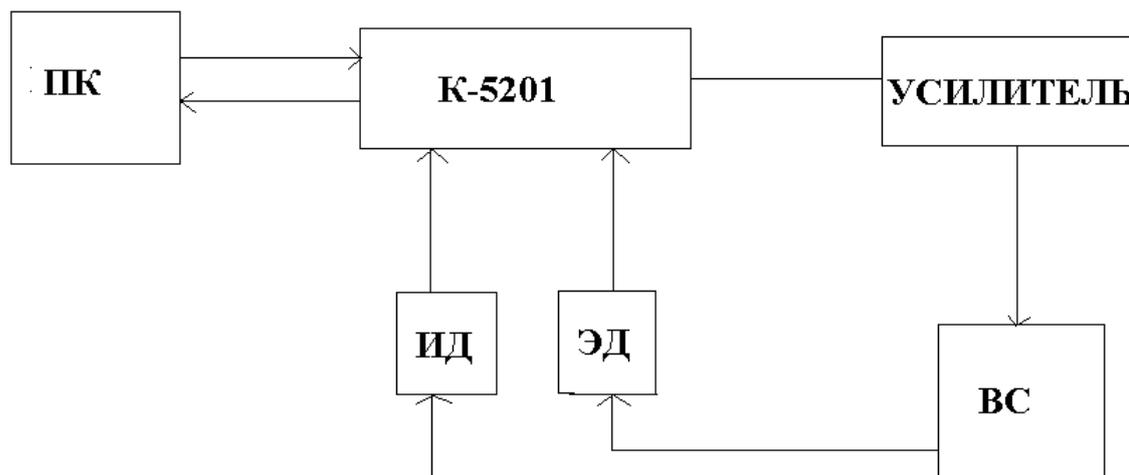


Рисунок 1. Структурная схема экспериментальной установки

Крепление на шпильку было выбрано в качестве эталонного способа, поскольку оно обеспечивает наиболее плоскую частотную характеристику в исследуемом диапазоне частот. В процессе работы вибростенда сигнал от акселерометров передаётся на измерительный комплекс K-5201, который, в свою очередь, посредством программы «Вибротест» выводит спектральную картину и показания акселерометров на экран персонального компьютера.

В ходе экспериментальных исследований были исследованы различные способы крепления акселерометров: шпилька; постоянный магнит; цианакриловый клей; двухсторонние клейкие ленты; пчелиный воск.

Как видно из графика рис. 2, амплитудно-частотная характеристика, полученные экспериментально при способе крепления на постоянный магнит, в диапазоне частот от 0 до 5000 Гц имеют достаточно высокие отклонения и нестабильный характер. В нормативных же документах данная характеристика в полосе частот от 0 до 5 000 Гц абсолютно плоская.

Также было установлено, что не все полученные экспериментальным путём амплитудно-частотные характеристики соответствуют типичным стандартным характеристикам в исследуемой полосе частот, указанным в соответствующих ГОСТах и паспортах на применяемое оборудование

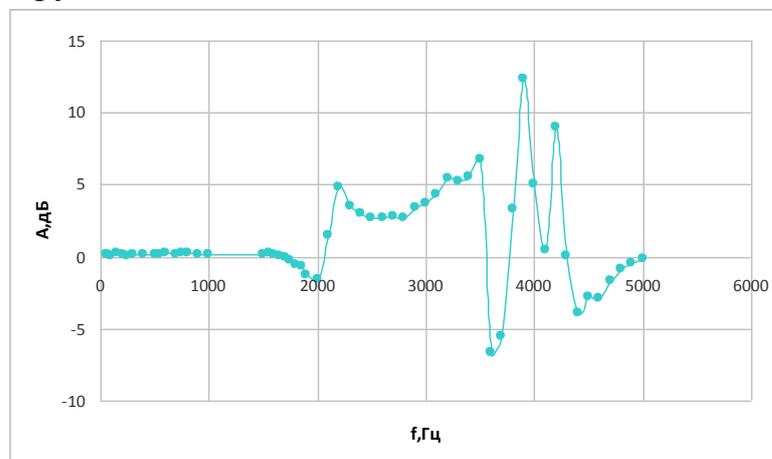


Рисунок 2. Отклонение амплитудно-частотной характеристики способа крепления акселерометра при помощи двухсторонней клейкой ленты от эталонного датчика.

Список использованных источников

1. ГОСТ ИСО 5348-2002 Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров. – М.: Стандартинформ, 2007. – 14 с.
2. ГОСТ Р ИСО 13373-1-2009 Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Ч. 1. Общие методы. – М.: Стандартинформ, 2010. – 50 с.
3. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. / под общ. ред. В.В. Клюева. – Т. 7: В 2 кн. – Кн. 1. В.И. Иванов, И.Э. Власов. Метод акустической эмиссии. – Кн. 2. Ф.Я. Балицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова и др. Вибродиагностика. – М: Машиностроение, 2005. – 829 с.
4. Ма Ю., Чесноков Д.В. Исследование зависимости амплитудно-частотных характеристик пьезоэлектрических акселерометров от способов крепления // Приборостроение и информационные технологии: тезисы докладов VIII студенческой научно-практической конференции, посвященной дню образованию ОНИИП, Омск, 10-11 Декабря 2015. - Омск: ОНИИП, 2015 С.3437[332704-2016]

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ ЦИКЛИЧЕСКОГО НАГРЕВА ОБЪЕКТА ПРИ АКТИВНОМ ТЕПЛОВИЗОРНОМ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОДИОДОВ

Маликов Р.А., Ширяев В.В., Чулков А.О.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Ширяев В.В., к. т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

Статья содержит описание результатов использования мощных светодиодных матриц для контроля скрытой коррозии в металлических изделиях с применением активного термоволнового метода.

Введение

Благодаря своей универсальности, тепловой контроль (ТК) позволяет испытывать металлические [1] и неметаллические материалы [2], используя различные источники тепловой стимуляции и выявляя дефекты различного происхождения и размеров.

В настоящей статье приведены результаты исследования, нахождения оптимального времени нагрева металлической пластины с дефектами в виде скрытой коррозии с использованием светодиодов.

1. Характеристики источника нагрева.

В последние годы обозначился интерес к применению светодиодных нагревателей, излучение которых лежит вне спектрального диапазона чувствительности современных тепловизоров, однако, особенности применения светодиодов в ТК малоизучены. Данная статья в определенной степени заполняет этот пробел.

Поглощение энергии оптического излучения твердым телом зависит от типа материала и состояния его поверхности. С точки зрения ТК, наиболее эффективен нагрев поверхностей с высоким коэффициентом поглощения (0,94 - 0,96), например, с черным матовым покрытием. К сожалению, многие промышленные объекты, в том числе, металлические контейнеры, резервуары, цистерны, трубопроводы, элементы планеров самолетов и т.п., имеют покрытия с более низким коэффициентом поглощения, в особенности, в видимой части спектра.

2. Контроль скрытой коррозии

Анализ выявляемости дефектов при использовании термоволнового метода проводили на образце из стали Ст45 толщиной

7 мм (Рис. 1), содержащем 9 дефектов типа засверловки задней поверхности (bottom-holes) диаметром от 5 до 20 мм и глубиной от 1 до 4 мм.

Длительность импульса нагрева предварительно определяли по известной формуле $\tau = \pi \mu^2 / \alpha$, где μ - глубина проникновения тепловой волны (глубина залегания дефекта), м; α , - температуропроводность материала, м/с².

Инфракрасные термограммы при длительности импульса нагрева 2, 4, 12 и 300 секунд и количестве циклов нагрева соответственно 16 256 75 и 150 были подвергнуты преобразованию Фурье, примененному ко времени (Табл. 2). Суммарная длительность нагрева в каждом эксперименте составляла 300 секунд. Эффективность термоволнового нагрева оценивали по отношению сигнал/шум (SNR) для верхнего правого дефекта, соответствующего уносу материала 4 мм (степень коррозии 57 %).



Рис. 1. Образец из стали Ст45 с дефектами задней поверхности, имитирующими скрытую коррозию.

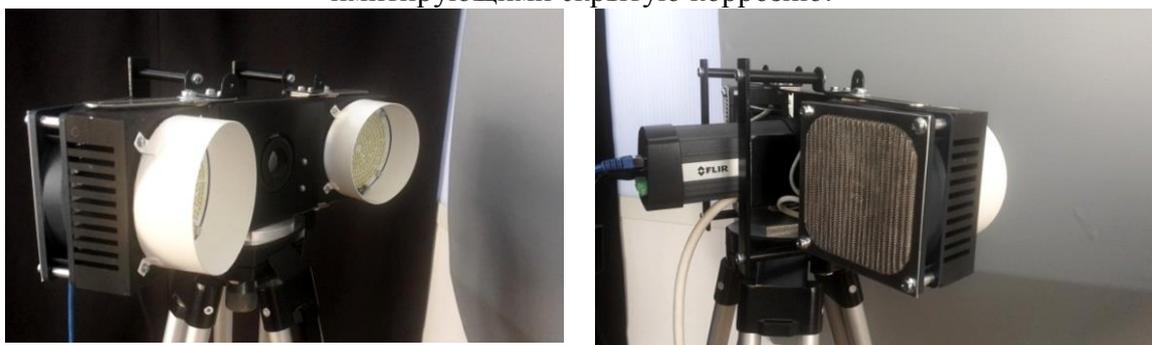
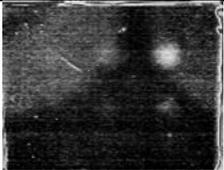
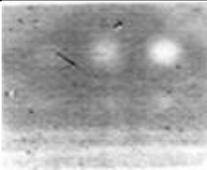
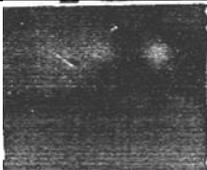




Рис. 2. Лабораторная установка со светодиодными матрицами.

Таблица 1. Результаты контроля скрытой коррозии с использованием галогенового источника нагрева

Длительность нагрева, с (число циклов)	2 (150)	4 (75)	12 (25)	300 (1)
Наилучшая ИК термограмма после Фурье анализа				
SNR (номер гармоники) для дефекта	8,7 (150) Phase	19.4 (68) Phase	11.5 (25) Magnitude	5.9 (3) Magnitude

3. Заключение

В ходе исследования контрольный дефект выявлялся во всех экспериментах, однако, максимальная величина $SNR=19,4$ имела место при глубине проникновения тепловой волны с полупериодом нагрева 4 секунды. Тепловая волна с полупериодом 12 секунд позволила выявить дефект с уносом материала 1 мм (14,3 % коррозии). Дефекты меньших размеров не выявлялись вследствие значительной диффузии тепла в металле.

Таким образом было выяснено, что при использовании циклического нагрева материала светодиодными матрицами эффективнее всего использовать нагрев объекта с интервалом в 4 секунды при общем времени нагрева 300 секунд.

Список информационных источников

1. Vavilov, V.P., Nesteruk, D.A., Chulkov, A.O., Shiryaev, V.V. An apparatus for the active thermal testing of corrosion in steel cylindrical containers and test results, Russian Journal of Nondestructive Testing, Vol. 49, Issue 11, November 2013, Pages 619-624, DOI: 10.1134/S1061830913110089.

2. Vavilov V.P., Chulkov A.O., Derusova D. IR thermographic characterization of low energy impact damage in carbon/carbon composite by applying optical and ultrasonic stimulation, Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering Volume 9105, 2014, Article number 91050J, DOI: 10.1117/12.2049810.

СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ДАТЧИКОВ НА ДВИЖЕНИЕ В ЗОНЕ КОНТРОЛЯ

Матвеев И.Г.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Prof. Dr. E. Siemens;

Юрченко А.В., д.т.н., профессор кафедры физических методов и приборов контроля качества

В данной работе рассматривается создание экспериментальной установки для исследования реакции различных типов датчиков на движение. Разработанная установка является прототипом системы детектирования, которая предназначена для интеграции в интеллектуальную систему освещения. Проведены экспериментальные исследования на основе результатов которых сделан сравнительный анализ зон обнаружения, с целью определения пригодности датчиков для использования в системе обнаружения и разработки алгоритма фильтрации сигналов и обнаружения движения с использованием комбинации методов контроля.

Ключевые слова: датчик движения, экспериментальная установка, обнаружение движения, микрокомпьютер BeagleBone Black.

Введение

Современные системы освещения города имеют повышенные требования к энергосбережению и ресурсоэффективности из-за возрастающих энергетических затрат на освещение города. Таким требованиям удовлетворяют интеллектуальные системы освещения.

Ключевым элементом такой системы является модуль детектирования движения человека в зоне контроля. Точность и надежность этого узла влияет на работоспособность и эффективность интеллектуальной системы освещения в целом. Именно в процессе работы системы детектирования, происходит регистрация движения человека и передача информативного сигнала управляющему устройству.

Существующие средства обнаружения, входящие в состав систем освещения, обладают рядом недостатков, в частности, неточностью, высокой погрешностью, ненадежностью. Их работоспособность имеет высокую зависимость от условий эксплуатации. Эти проблемы в большей мере могут быть решены использованием комбинации методов контроля, исследование которых произведено в данной работе, и эффективным алгоритмом обработки сигналов.

Экспериментальная установка

Управляющим элементом системы обнаружения (рисунок 1) является микрокомпьютер BeagleBone Black [1], который выполняет основную программу, разработанную на языке Python, в частности, опрос датчиков и взаимодействие с внешними устройствами посредством Wi-Fi модуля.

Коммутация сенсоров к микрокомпьютеру происходит следующим образом: SRF08 ranger [3] - ультразвуковой датчик движения подключается через цифровой I2CBus интерфейс, сигнальные выводы радиоволнового X-Band [2] и инфракрасного PIR сенсоров подключаются напрямую к портам общего назначения BeagleBone Black.

Wi-Fi маршрутизатор обеспечивает общую подсеть для взаимодействия между устройствами. Маршрутизатор используется для равномерного покрытия сетью зоны контроля, с целью уменьшения задержки, что ведет к улучшению временной синхронизации.

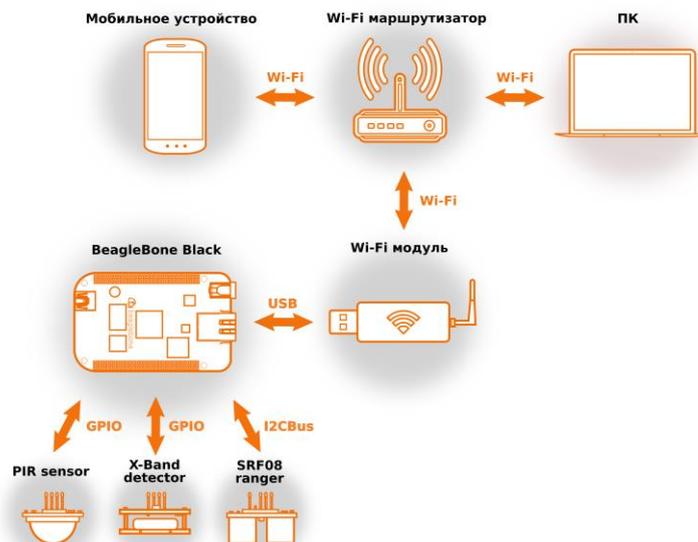


Рисунок 1 - Структурная схема экспериментальной установки

Приложение на мобильном телефоне, разработанное на языке Java, инициирует старт программы на микрокомпьютере. Когда сенсоры включены и готовы к работе, соответствующий сигнал отправляется с BeagleBone на телефон, что индицирует о начале эксперимента и старте таймера. Это приложение обеспечивает временную синхронизацию (из-за задержек между стартом программы и началом работы сенсоров), а также приложение упрощает процедуру проведения экспериментов, так как одно лицо обладает возможностями удаленного контроля системы и непосредственного проведения эксперимента (вызов реакции датчиков на движение).

По окончании эксперимента, программа на BeagleBone инициирует передачу данных посредством TCP сокета на компьютер, где происходит автоматическое построение графиков для дальнейшего анализа.

Методика проведения эксперимента

Эксперимент проводился в условиях, приближенным к реальным условиям эксплуатации системы обнаружения, на открытом пространстве длиной 16 м. и шириной 12 м. Вектора движения проходили вдоль и поперек обозначенной площади с шагом 1 м. (рисунок 3).

Время проведения одного эксперимента при прохождении поперек - 30 с.: 0-5 с. - движение отсутствует, 5-15 - движение в одну сторону, 15-20 с. движение отсутствует, 20-30 с. - движение в обратную сторону. Время проведения одного эксперимента при прохождении вдоль - 30 с.: 0-5 с. - движение отсутствует, 5-18 - движение в одну сторону, 18-30 с. движение отсутствует.

Результаты эксперимента

После проведения первой серии экспериментов было установлено, что ультразвуковой датчик SRF08 не пригоден для использования в данного рода системах, в связи с критически малой дальностью (не более 1.5 м.) и узкой направленностью обнаружения. Вследствие чего этот датчик не рассматривается далее.

На рисунке 2 приведены осциллограммы сигналов инфракрасного(а) и радиоволнового (б) детекторов при движении поперек зоны контроля на расстоянии двух метров от установки.

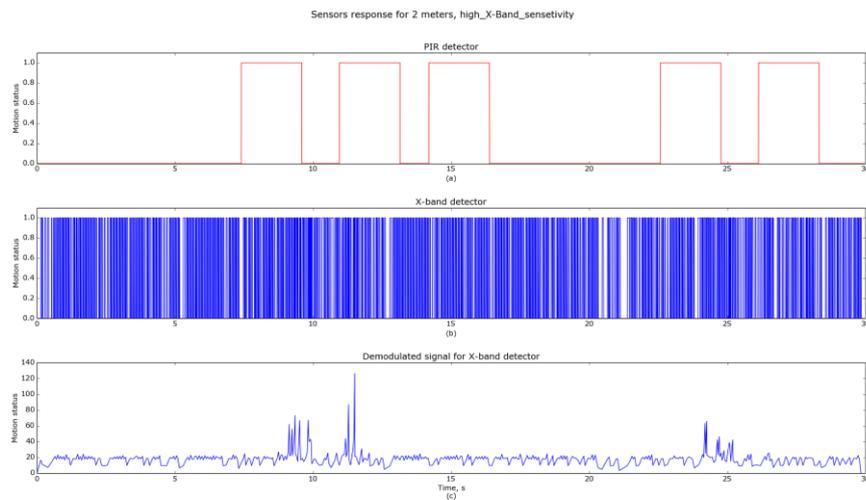


Рисунок 2 - Осциллограммы сигналов

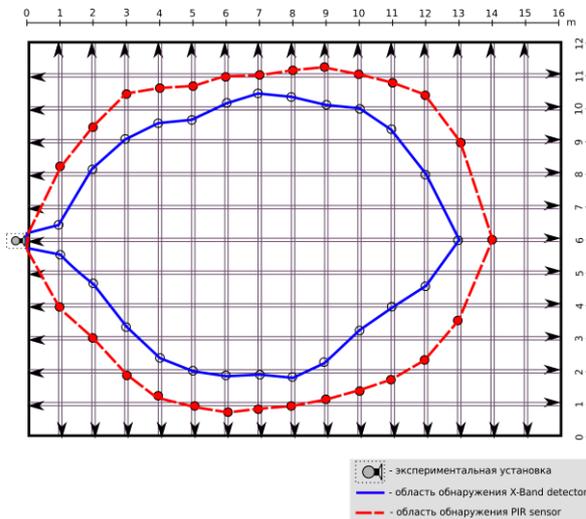


Рисунок 3 - Зоны обнаружения сенсоров

(рисунок 2(с)).

Особенностью инфракрасного датчика является то, что при обнаружении продолжительного движения, выходной сигнал датчика представляет серию импульсов. Осциллограмма радиоволнового датчика описывает корреляцию между скоростью движения и изменением частоты и скважности сигнала. Для анализа и последующей обработки сигнала, получаемого с радиоволнового датчика была проведена демодуляция сигнала

В результате проведения серии экспериментов была проведена аппроксимация данных и построены зоны обнаружения для датчиков разных типов.

Заключение

В результате проделанной работы была собрана экспериментальная установка для исследования зависимости между движением и сигналами с датчиков. Была выявлена пара детекторов, которые обладают потенциалом для использования в системе детектирования для интеллектуальной системы освещения. Проведенный анализ и преобразование сигналов помогают лучше понять «поведение» датчиков, зоны их действия, что может быть использовано для разработки алгоритма обнаружения движения с высокой вероятностью в зоне контроля. Разработанная инфраструктура и программное обеспечение являются базой для дальнейших исследований в этой области и создания эффективной и точной системы обнаружения.

Список использованных источников

1. Derek Molloy. Tools and Techniques for Building with Embedded Linux. Tutorial. John Wiley & Sons, Inc. 2015.

2. Parallax. X-Band motion detector. Техническое описание.
URL: https://www.parallax.com/sites/default/files/downloads/32213-X-BandMotionDetector-v1.1_0.pdf (Дата обращения - 10.04.2016).

3. Devantech. SRF08 UltraSonic Ranger. Техническое описание.
URL: <https://www.cs.york.ac.uk/micromouse/Docs/SRF08UltraSonicRanger.pdf>
(Дата обращения - 01.05.2016)

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСОБЕННОСТИ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ТЕЧЕПОИСКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Марукян В.М., Фаерман В.А.

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Фаерман В.А., аспирант Института
кибернетики*

В современном обществе, важнейшим видом сервиса, жизнь без которого представляется невозможной, являются услуги по обслуживанию домашнего хозяйства и, в первую очередь, коммунальные услуги. Поддержание трубопроводной инфраструктуры

в надлежащем состоянии является важной технической задачей. Важность задачи обеспечения функционирования трубопроводных систем обуславливается возможными негативными экологическими последствиями, которые могут возникнуть при аварийных нарушениях режима работы.

Сокращение времени от момента возникновения утечки до момента определения ее местоположения позволяет максимально быстро принять меры по локализации аварии, тем самым сократив издержки на ликвидацию последствий. К настоящему моменту времени разработано и используется множество различных, в том числе неразрушающих, методов контроля трубопроводов. Среди известных типов указанных приборов наибольшее распространение получили акустические течеискатели, а именно программно-аппаратные корреляционно-акустические течепоисковые комплексы (также называются *корреляторами*). Применение корреляторов имеет ряд преимуществ, в числе которых [1]: сравнительно высокая точность определения местоположения течи, возможность обследования линейного участка трубопровода протяженностью до 100 метров [1] с обеспечением доступа к нему в двух граничных точках участка, отсутствие накладываемых методом ограничений на свойства транспортируемой среды, отсутствие требований к индивидуальным слуховым особенностям оператора.

Течепоисковый комплекс, в общем случае, представляет собой следующий набор устройств: два датчика вибрации (пьезоакселерометры), блок обработки сигналов (персональный компьютер или цифровой сигнальный процессор (DSP)) и устройства, необходимые для обеспечения связи между блоком обработки сигналов и датчиками. Передача сигналов от датчиков к блоку обработки сигналов может осуществляться как в аналоговом виде (в силу того, что расстояние может быть значительным, используются предусилители), так и в цифровом [2].

Для передачи цифровых сигналов могут использоваться как проводные, так и беспроводные каналы, что позволяет значительно снизить массу комплекса. Вид корреляционно-акустическим течепоисковых комплексов различных исполнителей представлен на рисунке [2].



Рисунок – Корреляционно-акустические течепоисковые комплексы
 а) LeakFinder RT; б) ТАК 2001; в) AquaScan; г) Коршун 11 МТА

В настоящее время на рынке представлено достаточно большое количество отечественным и импортных течепоисковых комплексов, которые, несмотря на схожий принцип действия, имеют различную комплектацию [2], собственные эксплуатационные и конструктивные особенности, отличающиеся характеристики. Кроме прочего, описанные устройства имеют различную стоимость. Вышеперечисленное делает актуальным определение набора критериев, в соответствии с которыми может осуществляться мотивированный выбор подходящего коррелятора в зависимости от решения определенного класса задач определения местоположения утечек на водопроводах.

К современным корреляционным течеискателям предъявляется ряд строгих требований, обусловленных особенностями их применения. В числе основных требований в [3] приводятся точность и достоверность локации, работоспособность в сложных климатических условиях, длительность автономной работы, а также компактность и малый вес. Последние характеристики определяются однозначно исполнением приборов и емкостью аккумуляторной батареи и могут быть легко установлены непосредственно или из пользовательской технической документации.

В тоже время, подход к оценке точности определения местоположения утечек не регламентируется, поскольку корреляторы не являются средствами измерения в соответствии с Законом РФ «Об обеспечении единства измерений». В связи с непрозрачностью применяемых методик оценки, точность и предельная протяженность контролируемого участка, заявленные производителями, в ряде случаев представляются не сопоставимыми.

В таблицах далее приведены некоторые наименования течепоисковых комплексов, широко представленных на российском рынке, и отражены их некоторые особенности. Полная информация, представленная производителями, а также ссылки на вебсайты производителей и дистрибьюторов доступны в [4]. Данные о стоимости были получены у отдельных дистрибьюторов, а также из открытых сведений о госзакупках и не могут считаться точными.

Таблица 1 – Характеристики зарубежных течепоисковых комплексов

Название прибора	Производитель	Конфигурация	Особенности	Стоимость, тыс. руб
LeakFinder RT	EchoLogics Engineering, Канада	На базе ПК, беспроводный	Комплектация для работы с пластиковыми трубопроводами	1300
AquaScan 610 Laptop	Gutermann AG, Швейцария	На базе ПК, беспроводный	Измерение скорости распространения звука	1400
LC-2500	FUJI TECOM INC.,Japan	На базе DSP, проводный	Оценка достоверности результатов	900
Correlux P-2	Seba KMT, Германия	На базе DSP, проводный	Автоматизированная настройка фильтров	600
Коршун 11ТА	EchoLogics ДИСИТ, Украина	На базе DSP, беспроводной (проводный)	Развитые возможности цифрового спектрального анализа	900

Стоит отметить, что стоимость решений, построенных на базе ПК существенно выше аналогов на DSP. Последнее связано с существенной долей стоимости ПО в общей стоимости комплекса. Высокая стоимость специализированного ПО для ПК объясняется существенно большими возможностями современных ПК применительно к задаче обработки сигналов и визуализации результатов.

Таблица 2 – Характеристики отечественных течепоисковых комплексов

Название прибора	Производитель	Конфигурация	Особенности	Стоимость, тыс. руб
T 2001M	ИНКОТЕС, г. Нижний	На базе DSP, проводный	Простота и компактность;	200

	Новгород		сложный анализ возможен на ПК	
ИСКОР 405	Техно-АС, г. Коломна	На базе DSP, беспроводный	Использование в качестве трассоискателя	500
ТАК 2005	ТПУ, г. Томск	На базе ПК, беспроводный (проводный)	Реализует комплексный подход к фильтрации	150 (не актуальна)

Таким образом, разработка ПО для анализа акустических сигналов, полученных при контроле трубопроводов, является актуальной задачей. Стоит отметить, что методы обработки сигналов и их программная реализация, во многом определяют результативность анализа. В связи с этим, интеграция оригинального инструментария анализа сигналов [5], в ПО, способно обеспечить его конкурентоспособность.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-37-00049 мол_а.

Список информационных источников

1. Кошкин С.Ю. Особенности использования корреляционных течеискателей для обнаружения утечек в пластиковых трубопроводах // Megatech. – 2011. – № 1. – С. 30-35.
2. Аврамчук В.С., Фаерман В.А. Обзор современных корреляционных течеискателей // Молодёжь и современные информационные технологии: сб. трудов X Межд. научн.-практ. конф., г. Томск, 13-16 ноября 2012. – 2013. – С. 398-399.
3. Кошкин С.Ю. Выбор корреляционного течеискателя // Megatech. – 2011. – № 2-3. – С. 52-56.
4. Сравнительная таблица технических характеристик корреляционных течеискателей [Электронный ресурс] // АО "НПО "Интротест". URL: <http://www.introtest.com/usr/file/Tabl.pdf>, свободный (дата обращения: 6.04.2016)
5. Фаерман В.А. Обзор методов повышения отношения сигнал/шум при решении задачи обнаружения сигнал неизвестной формы // Современная техника и технологии: сб. трудов XX Межд. научн.-практ. конф., г. Томск, 14-18 апреля. – 2014. – Т. 1. – С. 261-262.

НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ГЛЮКОЗЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

Мезенцева М.А., Юрченко Е.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Юрченко Е.В., к.м.н., ст. преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Рассмотрены все методы неинвазивных измерений и контроля глюкозы в биологических жидкостях, а так же их преимущества, предложено конструктивное исполнение прибора.

Ключевые слова: сахарный диабет, неинвазивный, глюкоза, мониторинг, глюкометр, спектроскопия, оптический метод.

Keywords: diabetes, noninvasive, glucose, monitoring, глюкометр, spectroscopy, optical method.

Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) на 2010 год количество больных диабетом составляло более **284,6 млн. человек**, это **6%** населения в возрасте от 20 до 79 лет. К 2030 году общее количество больных достигнет **438,4 млн. человек**. В России в 2010 году было зарегистрировано более **9,6 млн.** больных с СД. К 2030 году ожидается что число больных в России составит **10,3 млн. человек**. Сахарный диабет входит в **тройку** заболеваний, наиболее часто приводящих к инвалидизации населения и смерти. Почти половина случаев смерти от диабета происходит среди людей в возрасте до **70 лет**; **55%** случаев смерти от диабета происходит среди женщин. Более **50%** людей с сахарным диабетом **не знают** о своем состоянии. В некоторых странах процент неосведомленности достигает **80%**. Почти **80%** случаев смерти от диабета происходит в странах с низким и средним уровнем дохода. По прогнозам ВОЗ, за период 2010-2030 гг. число случаев смерти от диабета **удвоится**.

Уход за больными и лечение диабета (DCCT) показали, что более частый контроль глюкозы и инсулина в крови может предотвратить многие из долгосрочных осложнений сахарного диабета. Пациентам с сахарным диабетом рекомендуется проводить самоконтроль сахара крови ежедневно несколько раз в день (как минимум перед основными приемами пищи и перед сном, а также периодически после еды).

Определение уровня глюкозы крови — один из самых распространенных тестов, выполняемых клинико-диагностическими лабораториями. Причина исключительной популярности теста связана с

высокой заболеваемостью сахарным диабетом. Данный тест выполняется как в условиях стационара, так и в поликлиниках. Больные сахарным диабетом вынуждены исследовать уровень глюкозы в крови в домашних условиях, поскольку без этой информации им трудно скорректировать свою диету, физические нагрузки, применение инсулина и других сахароснижающих препаратов.

В настоящее время измерения глюкозы производятся путем прокалывания пальца и извлечения капли крови, которая применяется к тест-полоски, состоящей из химических веществ, чувствительных к глюкозе в образце крови. Но ученые уже разработали различные методы, которые смогут упростить и обезболить процедуру измерения глюкозы, и стараются применять их на практике.

Неинвазивные методы измерения глюкозы

Существует ряд научных работ и патентов, решающих проблему неинвазивного анализа концентрации глюкозы крови при помощи спектроскопии оптической/ближней инфракрасной зон.

Неинвазивные методы мониторинга глюкозы могут быть сгруппированы как подкожный, кожный (дермальный), эпидермальный и комбинированный кожный (дермальный) и эпидермальный метод измерения глюкозы.

Микродиализ также является разрабатываемой дермальной и эпидермальной техникой измерения глюкозы. Также эпидермальные измерения могут быть проведены с помощью ИК-спектроскопии.

Комбинированные кожные (дермальный) и эпидермальные жидкостные измерения уровня глюкозы включает метод оптической техники.

1.1.1 Оптические методы неинвазивной диагностики предполагают использование оптического (в том числе лазерного) излучения для зондирования тканей и органов пациента с целью получения по отраженному (рассеянному) или прошедшему ткань насквозь свету диагностической информации о биохимическом составе и морфологическом строении обследуемого участка мягких тканей тела пациента. Величина регистрируемого при этом сигнала зависит как от коэффициента поглощения, так и от коэффициента рассеяния света перфузированной кровью ткани. Основной вклад в поглощение определяется водой (H_2O), протеином, липидами, различными формами гемоглобина (в частности, окси-, дезокси-гемоглобином), меланином в коже, в том числе глюкозой). Пропускание света на каждой длине

волны является функцией толщины, цвета и структуры кожи, кости, крови и других материалов, через которые проходит свет

Концентрацию глюкозы может быть определена с помощью анализа изменения оптического сигнала по длине волны, поляризации или интенсивности света.

1.1.2 Методы оптического измерения глюкозы.

Стратегии оптического измерения глюкозы в жидкости. (в биологической жидкости)

1. Ближняя инфракрасная спектроскопия (NIR)

Метод инфракрасной спектроскопии является универсальным физико-химическим методом, который применяется в исследовании структурных особенностей различных органических и неорганических соединений. Метод основан на явлении поглощения группами атомов испытуемого объекта электромагнитных излучений в инфракрасном диапазоне. Поглощение связано с возбуждением молекулярных колебаний квантами инфракрасного света. При облучении молекулы инфракрасным излучением поглощаются только те кванты, частоты которых соответствуют частотам валентных, деформационных и вибрационных колебаний молекул. Глюкоза производит одно из самых слабых сигналов поглощения электромагнитных излучений в инфракрасном диапазоне среди большинства концентрации основных компонентов тканей. Измерение глюкозы методом ИК возможно на глубину ткани в диапазоне от 1 до 100 мм, при общем уменьшении глубины проникновения увеличивается значение длины волны. Передача инфракрасного излучения проводили через мочку уха, палец, кожу предплечья и слизистой губы была сделана попытка в ИК области между 1000 нм до 2500 нм. Результаты ИК измерений диффузного отражения выполнены на пальце показали хорошую корреляцию с уровнем глюкозы в крови, но 10% измерений не являются клинически достоверными .

Диффузные отражения исследования слизистой губы также показали хорошую корреляцию с глюкозой крови, и указал задержку во времени 10 минут между уровнем глюкозы в крови и измерительного сигнала . Физические и химические параметры, такие как изменения давления, температуры, изменения уровня триглицеридов и альбумина влияли на погрешность измерения глюкозы. Ошибки могут возникать из-за экологических изменений, таких как изменения температуры, влажности, увлажнения кожи, диоксида углерода и атмосферное

давление . Таким образом, измерение глюкозы требует персонального тестирования для каждого пациента.

2. Infrared Spectroscopy (IR)

Инфракрасная спектроскопия

Системы измерения ИК глюкозы на поверхности эпидермиса позволяют исследовать глубины ткани в диапазоне от 10 до 50 мкм при использовании полосы длин волн в ИК-области от 700 до 1000 нм . Этот метод не позволяет измерять уровень глюкозы в тканях, но может быть использован для слизистой оболочки полости рта, , недостаток метода заключается во влиянии на показания измерения приема пищи и разный уровень саливации у пациентов. Кроме того, уровень глюкозы в слюне значительно варьируется и не коррелирует с уровнем глюкозы в крови .

3 Raman Spectroscopy

Спектроскопия комбинационного рассеяния

Суть метода заключается в регистрации спектральных линий излучения, рассеянного образцом (в твердой, жидкой или газообразной фазе). Эти спектральные линии, отсутствующие в спектре первичного (возбуждающего) излучения, соответствуют определенным колебаниям групп атомов. Это позволяет определить наличие определенных функциональных групп по характеристическим частотам колебаний их фрагментов. Метод был применен для определения глюкозы в образцах крови, воды, сыворотки и плазмы, но многочисленные проблемы не позволяют применять его у пациента. Аналитические проблемы заключаются в нестабильности длины волны и интенсивности лазерного излучения, также погрешности измерения создают другие химическими вещества в образцах ткани и длинных спектральных время обнаружения long spectral acquisition times .

4. Photoacoustic Spectroscopy

Фотоакустическая спектроскопия (ультразвуковая технология)

Ультразвук сравнительно легко проникает через кожу в кровеносные сосуды. Могут применяться лазеры от ультрафиолета до ИК диапазона. В этом случае наблюдается фотоакустический эффект: звуковые колебания возбуждаются модуляцией лазерного излучения в жидкости и воспринимаются микрофоном. Определение глюкозы в крови, тканевых образцах и у человека, может обеспечить более высокую чувствительность, чем обычная спектроскопия, при условии, что учитываются определенные физические параметры. Получена достоверная корреляция между уровнем фотоакустического сигнала и

уровнем глюкозы в крови, при проведении исследования на указательных пальцах здоровых пациентов и больных сахарным диабетом. Приборы в настоящее время производят на заказ, они дороги и чувствительны к параметрам окружающей среды. На результаты измерения оказывают влияние химические интерференции биологических молекул, а также физические интерференции в виде изменения температуры тела, параметров артериального давления.

5. Спектроскопия резонансного рамановского рассеяния (RRS — Resonance Raman scattering) (Scatter Changes)

В спектроскопии резонансного рамановского рассеяния (RRS — Resonance Raman scattering) частота лазерного излучения подбирается в соответствии с электронными переходами в молекуле или кристалле, которые отвечают возбужденным электронным состояниям. Такой подход позволяет получить высокую интенсивность рассеяния при отсутствии нежелательных флуоресцентных помех, частота которых ниже частоты возбуждающего излучения. Метод применялся для определения глюкозы в образцах ткани и непосредственно у пациентов. Измерения на брюшной полости у больных сахарным диабетом показали превосходную корреляцию между разбросом сигнала и уровнем глюкозы в крови [12]. Многие физиологические параметры влияют на появление флуоресцентных помех, что влияет на изменения параметра рассеяния и качество измерения глюкозы.

6. Polarization Changes

Поляризационные изменения

Это изменение плоскости поляризации в зависимости от концентрации глюкозы. Хотя изменение оптического сигнала с помощью глюкозы мала, глюкоза является хорошим оптическим ротатором. Эта характеристика была использована, чтобы проводить анализ уровня глюкозы *in-vitro*. Один из первых методов, предложенных для неинвазивных методов контроля гликемии, причем для измерений использовались кожа мочки уха, глаз и видимый свет.

Недостаток метода - наличие, кроме глюкозы, других веществ, также изменяющих поляризацию света, влияние температуры и роговицы глаза, pH образца. Учесть все эти факторы оказалось весьма непросто.

Выводы

В настоящее время сахарный диабет занимает третье место среди причин высокой инвалидности и смертности больных после сердечно-

сосудистых и онкологических заболеваний. Несмотря на прогресс в медицине количество больных сахарным диабетом непрерывно растет. Каждые 12—15 лет число больных диабетом в среднем удваивается. В 2010 г. количество больных СД превышало 230 млн человек, и это люди которые самостоятельно обратились к врачу (регистрируемая распространенность). Основная масса больных СД типа 2 остается неучтенной, поскольку вследствие невыраженных жалоб или их отсутствия больные не посещают врача. По данным выборочных эпидемиологических исследований, проведенных в развитых странах мира, на одного обратившегося к врачу больного приходится 3—4 человека, не подозревающих о наличии у них СД. Аналогичные результаты получены и в отношении распространенности сосудистых осложнений при СД типов 1 и 2.

Регулярное измерение уровня глюкозы в крови требуется при всех типах сахарного диабета. Проведение вышеперечисленных измерений для определения уровня глюкозы доступно человеку в домашних условиях и играет важную роль в оценке эффективности проводимой терапии. В силу того что полученные показатели имеют значение только в момент измерения (под воздействием ряда факторов показатель глюкозы в крови может меняться), для наиболее точной оценки результативности проводимых терапевтических мер. Поэтому задачей является обеспечение не только быстрого, но и высокоточного определения глюкозы.

Список использованных источников

1. Н.М. Heise, R. Marbach, G. Janatsch, J.D. Kruse-Jarres, "Determination of Glucose in Whole Blood Attenuated Total Reflection Infrared Spectroscopy," *Anal. Chem.* 1989: 61, 2009-2015.

2. А.Д.Эльбаев, Х.А.Курданов, А.Д.Эльбаева "Диагностические аспекты взаимосвязи параметров гемодинамики и уровня глюкозы в крови", журнал "Клиническая физиология кровообращения", 2006, N 3, стр. 15-20.

3. Д.Фрегер, Г.Авнер, А.Райхман "Метод мониторинга уровня глюкозы", патент N 6954662; подан 19.08.2003, получен 11.10.2005 (см. http://www.google.ru/patents/about/6954662_Method_of_monitoring_glucose_lev.html?id=dhwVAAAAEBAJ).

4. G. Freiherr, "The Race to Develop a Painless Blood Glucose Monitor," *Medical Devices and Diagnostic Industry Magazine* 1997: March 58-64.

5. Нормальная физиология: Учебник для студентов университетов / А.В. Коробков, А.А. Башкиров, К.Т. Ветчинкина / Под ред. А.В. Коробкова. – М.: Высшая школа, 1980. – 560 с.

6. Назаренко Г.И., Кишкун А.А. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований. – М., 2005.

УСТРОЙСТВА И МЕТОДИКИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЛИЦ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ СИСТЕМАТИЧЕСКОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ НАГРУЗОК И ФАКТОРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ

Мезенцева М.А.¹, Кузнецов В.В.^{1,2}, Мехтиев А.Д.³

¹Томский политехнический университет, г. Томск

²Омский государственный технический университет, г. Омск

³Карагандинский государственный технический университет, г.

Караганда, Казахстан

Научный руководитель: Кузнецов В.В.^{1,2}, к.т.н., м.н.с. лаб. медицинского приборостроения

Согласно статистическим данным, публикуемым Фондом социального страхования Российской Федерации [1] за период с января 2012 по 1 квартал 2016, количество профессиональных заболеваний и трудовых увечий, связанных с систематическим воздействием вредных и опасных факторов рабочей среды, благодаря профилактическим мероприятиям, в целом постепенно снижается, однако имеются отрасли, показывающие относительно замедленную динамику снижения количества страховых случаев.

Так, «лидирующими» по частоте реализации профессионального риска по-прежнему являются горнодобывающая промышленность, разведка и добыча полезных ископаемых, тяжелое машиностроение, металлургия и химические производства. Значимо высокий уровень травматизма и профзаболеваемости также сохраняется в таких отраслях, как энергетика, транспорт, строительство, легкая, пищевая и обрабатывающая промышленности. Дополнительно в категорию высокорисковых следует отнести и работу правоохранительных органов, подразделений ГО и МЧС, а также некоторые специфические виды деятельности, такие, как, например, глубоководные работы, промышленный альпинизм, авиация и т.п. [2].

Для всех видов профессиональной деятельности в рамках данной классификации факторы воздействия рабочей среды по своей механике воздействия на организм во многом схожи [3]. Если не принимать во

внимание обстоятельства непреодолимой силы и виновные действия третьих лиц, то именно систематические нагрузки высокой интенсивности (в том числе - экстремальные) и сочетанное воздействие факторов рабочей среды зачастую приводит к стойким расстройствам здоровья и профессиональным заболеваниям.

При этом известно, что в определенных условиях они могут способствовать возникновению чрезвычайных ситуаций и, в целом, имеют крайне неблагоприятные последствия, как для самого работника, так и для предприятия и общества.

Код	Наименование	Период	Страховые случаи								
			Всего	Из них							
				Несчастные случаи				Профзаболевания			
				Всего		со смертельным исходом		с тяжелым исходом			
число	%	число	%	число	%	число	%	число	%		
	Всего	2015	46 938	40 968	87,3%	1 744	4,3%	5 609	13,7%	5 970	12,7%
		2016	10 097	9 601	95,1%	284	3,0%	1 116	11,6%	496	4,9%
1	Центральный	2015	9 965	9 451	94,8%	368	3,9%	1 286	13,6%	514	5,2%
		2016	2 118	2 079	98,2%	50	2,4%	187	9,0%	39	1,8%
2	Северо-Западный	2015	6 185	5 419	87,6%	203	3,7%	573	10,6%	766	12,4%
		2016	1 356	1 269	93,6%	69	5,4%	105	8,3%	87	6,4%
3	Южный	2015	3 177	2 716	85,5%	149	5,5%	404	14,9%	461	14,5%
		2016	663	611	92,2%	11	1,8%	72	11,8%	52	7,8%
4	Приволжский	2015	9 453	8 158	86,3%	349	4,3%	1 176	14,4%	1 295	13,7%
		2016	2 134	2 022	94,8%	58	2,9%	216	10,7%	112	5,2%
5	Уральский	2015	5 396	4 754	88,1%	193	4,1%	710	14,9%	642	11,9%
		2016	1 259	1 231	97,8%	32	2,6%	215	17,5%	28	2,2%
6	Сибирский	2015	9 342	7 451	79,8%	297	4,0%	1 026	13,8%	1 891	20,2%
		2016	1 921	1 767	92,0%	47	2,7%	234	13,2%	154	8,0%
7	Дальневосточный	2015	2 746	2 380	86,7%	153	6,4%	323	13,6%	366	13,3%
		2016	549	528	96,2%	16	3,0%	67	12,7%	21	3,8%
8	Северо-Кавказский	2015	674	639	94,8%	32	5,0%	111	17,4%	35	5,2%
		2016	97	94	96,9%	1	1,1%	20	21,3%	3	3,1%

Рисунок 1. Сводная статистика несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в федеральных округах РФ за 2015 – 2016 гг [1].

В рамках современных подходов к профилактике профессиональной заболеваемости и травматизма применяют множество достаточно эффективных методик контроля состояния здоровья трудящихся лиц, в том числе, и с применением оборудования медицинского назначения [4].

Как показал дальнейший анализ статистики [1], большую результативность имеют методы и устройства, позволяющие выявлять последствия воздействия факторов рабочей на человека на этапе профилактических медицинских осмотров, тем самым давая возможность не только осуществить превентивные лечебно-

реабилитационные мероприятия, но и оперативно устранить причины таких воздействий.

Для эффективного достижения указанных результатов целесообразно применение комплексного подхода при диагностике профпатологий у лиц, занятых в экстремальных условиях труда и/или систематически подвергающихся воздействию опасных и вредных факторов рабочей среды.

Так, например, для раннего выявления расстройств опорно-двигательного аппарата, заболеваний, связанных с нарушением иннервации мышечных тканей, дерматологических патологий, а также оценки функционального состояния систем организма были разработаны и испытаны устройства для электронейромиографических, биомпедансометрических и иных электрофизиологических исследований [5, 6, 7].

Указанные типы устройств (см. рисунок 2.) позволяют регистрировать изменения электрофизиологических характеристик отдельных органов и тканей человека, повышая информативность регламентированных диагностических исследований для раннего выявления расстройств, связанных с воздействием факторов трудового процесса и экстремальных условий работы.



а)



б)

Рисунок 2. Устройства для электрофизиологических исследований [5, 6, 7]:
а) устройство для биоимпедансной поличастотной спектрометрии в диагностических исследованиях; б) устройство для электронейромиографических исследований опорно-двигательного аппарата человека.

Как было сказано ранее, наиболее полную информацию для выявления патологий, обусловленных профессиональной деятельностью, дают регулярные регламентированные обследования работников комплексными методами.

Привлечение медицинского персонала соответствующего профиля и применение диагностического оборудования для включенного и

систематического контроля над состоянием здоровья работников даст возможность не только заблаговременно принимать меры по профилактике профзаболеваемости и травматизма, но и анализировать рабочую среду на предмет выявления факторов, наличие которых может вызывать рост профессионального риска.

В совокупности предлагаемый подход к управлению профессиональными рисками в отраслях, связанных с воздействием опасных и вредных факторов рабочей среды и/или экстремальными условиями труда, позволит решить ряд важных задач: повысить защищенность трудящихся от прямых и косвенных угроз их жизни и здоровью при профессиональной деятельности; снизить производственные издержки и затраты на социальное страхование, реабилитацию и обучение вновь поступающего на работу персонала; уменьшить риски возникновения нештатных ситуаций и т.д.

Список информационных источников

1. Числовые показатели по несчастным случаям на производстве и профессиональным заболеваниям / Поисково-мониторинговая система Фонда социального страхования Российской Федерации // режим доступа: <http://fz122.fss.ru/> - дата обращения 4.05.16 г.

2. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 25 декабря 2012 г. N 625н "Об утверждении Классификации видов экономической деятельности по классам профессионального риска".

3. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

4. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н (ред. от 05.12.2014) "Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда".

5. Григорьев М.Г., Турушев Н.В., Авдеева Д.К. Устройство для электронейромиографических исследований опорно-двигательного аппарата человека // Журнал радиоэлектроники. 2014. № 4. С. 12.

6. Кузнецов В.В. Техническая реализация биоимпедансной поличастотной спектрометрии в диагностических исследованиях / В.В. Кузнецов, А.А. Новиков // Омский научный вестник. – Омск: 2013. – № 2(116). – С.235-240.

7. Кузнецов В.В. Исследование электрофизиологических показателей кожно-мышечных тканей при различных уровнях спортивных нагрузок / Кузнецов В.В., Новиков А.А. // Россия молодая: передовые технологии в промышленность. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. – № 3. – С. 229 – 233.

РАЗРАБОТКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИНТЕРФЕЙСОВ ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДМТ-419

Мерзляков А.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Шестаков В.В., старший преподаватель кафедры физических методов и приборов контроля качества

Одним из перспективных направлений развития неразрушающего контроля является исследование параметров электронных компонентов летательных аппаратов после воздействия на них радиационного излучения. Летательные аппараты оснащены широкой электронной базой, состоящей в основном из микропроцессорных систем и микросхем. Современные микросхемы имеют встроенный последовательный периферийный интерфейс SPI (Serial Peripheral Interface). Для отладки таких устройств необходимо иметь соответствующее оборудование, которое будет формировать интерфейс SPI и создавать произвольный обмен данными с использованием такого типа интерфейса.

Контроль параметров микросхем после их облучения осуществляется с использованием измерительного комплекса ДМТ-419. Принцип действия ДМТ-419 основан на формировании сигналов синусоидальной, произвольной формы, а также логических уровней, которые задаёт пользователь с помощью программного обеспечения управляющей ЭВМ и анализа колебаний, которые прошли через измеряемое устройство, с последующей обработкой сигнала. Основным недостатком представленного комплекса является отсутствие современных последовательных интерфейсов (SPI, I2C, UART). Таким образом основной целью проекта является разработка преобразователя интерфейса USB-SPI для данного измерительного комплекса.

Анализ и сбор теоретических сведений показал, что на сегодняшний день существует множество преобразователей последовательных интерфейсов, однако все они имеют достоинства и недостатки. Основным недостатком является сложное техническое исполнение, отсутствие возможности расширения набора интерфейсов,

а также завышенная стоимость на рынке. Учитывая все нюансы имеющихся преобразователей была разработана схема преобразователя USB-SPI.

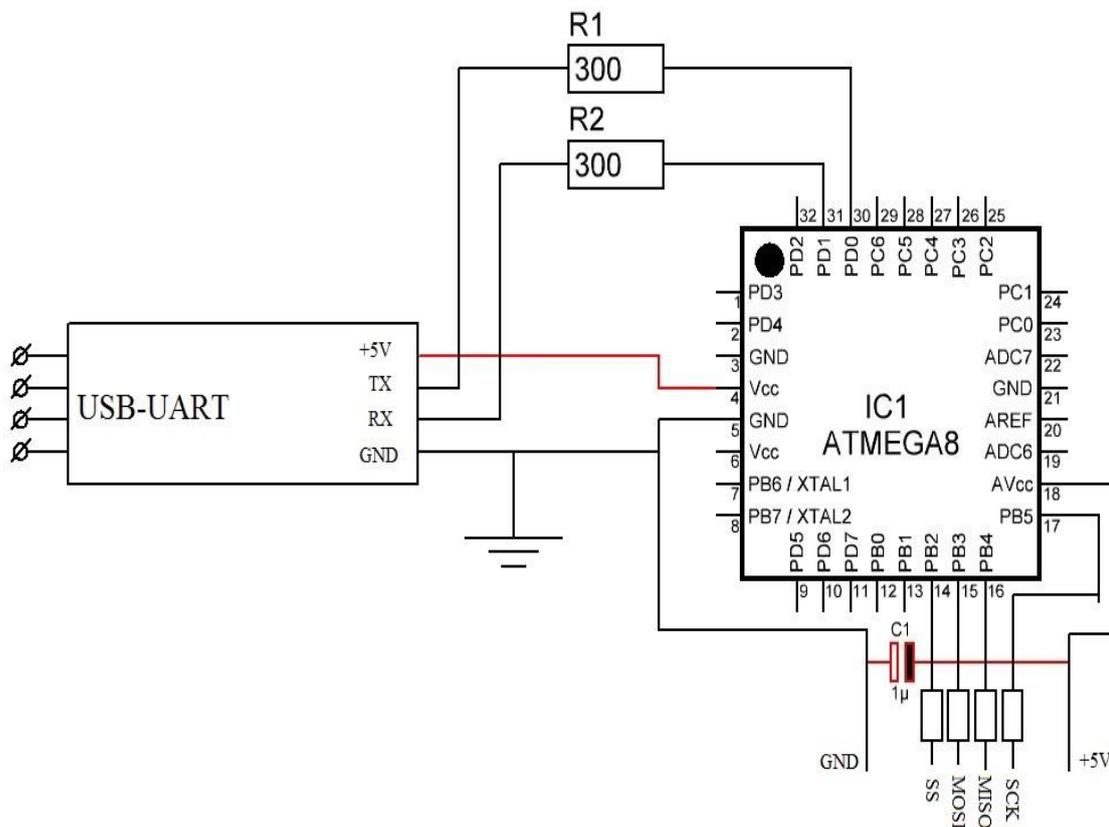


Рисунок 1 – Принципиальная схема преобразователя USB-SPI

Данный преобразователь состоит из следующих компонентов:

1. Преобразователь USB-UART;
2. Микроконтроллер Atmega8.

В основе адаптера лежит микроконтроллер ATmega8, разработанный фирмой Atmel. Преимущество данного микроконтроллера состоит в наличии необходимых интерфейсов, а также простота эксплуатации.

Принцип действия построен на преобразовании USB сигнала в UART, а затем из UART в SPI. Преобразователь подключается с одной стороны к интерфейсу USB, а с другой стороны – к тестируемому устройству через интерфейс SPI. С помощью специальной программы можно производить передачу произвольных данных и осуществлять приём данных от устройства для проведения анализа.

Преимущества преобразователя USB-SPI:

1. Простота в техническом исполнении;

2.Возможность расширения набора интерфейсов без глобальных изменений устройства;

Таким образом, разработанный преобразователь интерфейса USB-SPI позволяет создать связь между персональным компьютером и микропроцессорными устройствами. Также, в перспективе планируется передача данных на большие расстояния (до 50 метров) путём добавления преобразователя SPI-Ethernet. Это обусловлено необходимостью проводить контроль исследуемого объекта (микросхемы) во время испытаний (облучения) без изменения режима работы (доставка объекта к измерительному комплексу с отключением и последующим подключением

Список информационных источников

1.А.О. Ключев, Д.Р. Ковязина, Е.В. Петров, А.Е. Платунов
Интерфейсы периферийных устройств – Санкт Петербург: СПбГУ ИТМО, 2010. – 294 с.

2.М. Гук Аппаратные интерфейсы ПК – СПб, 2002. – 528 с.

МИОГРАФИЧЕСКИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Митрюшкина Н.А.

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Уваров А.А., ассистент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Одной из проблем в наше время, является поддержание хорошего уровня здоровья и работоспособности организма. Именно хорошее здоровье организма и правильное функционирование всех его систем, в первую очередь, влияет на качество жизни и благополучия человека. По этой причине, первоочередной задачей во многих странах является решение проблем здравоохранения и разработка новых способов лечения и диагностирования существующих заболеваний и патологий.

Для принятия действительных сведений о состоянии организма человека требуется совокупный подход к анализу его морфофункциональных особенностей, с использованием новейших способов исследования. Исходя из этого, особое внимание вызывает метод электромиографического (ЭМГ) анализа адаптационных отзвов нервно-мышечной комплекса при работе на мышцы тела человека.

Электромиография позволяет регистрировать активность мышц по средствам электрических потенциалов мышечной активности, появляющихся в скелетных мышцах пациента. Таким образом, с помощью электромиографии мы можем диагностировать функциональные сбои в системе движения. Прибор, записывающий графическое преобразование потенциала электрического поля скелетных мышц называется электромиограф. Используемый в наше время электромиограф (миограф) является аппаратно-программным интерфейсом, в котором аппаратура исполняет роль взаимодействия с пациентом, а программные средства нужны для осуществления алгоритмов усовершенствования сигнала, его представления и выполнения сервисных функций, необходимых для усвоения и эксперимента. При разработке ЭМГ датчика стоит учитывать следующие особенности:

- По сравнению с другими электрофизиологическими приборами-высокая полоса пропускания по аналоговому каналу.
- Обеспечение одновременного отображения данных по 4-м каналам с указанной частотой дискретизации.
- Одновременное с выводом сигнала контроля несколькими типами стимуляторов.
- Применение только высокоразрядных фильтров нижних и верхних частот для генерирования необходимой частотной полосы пропускания, а также режекторных фильтров для подавления заглушения помехи;
- Параллельное с отображением сигнала звуковое прикрытие записывающей электромиограммы.[1]

Данные характеристики накладывают определенные запросы к разработке ЭМГ датчика, которые будут рассмотрены далее, вначале применительно к требуемым возможностям, а затем и ко всей системе в целом. [1]

Был спроектирован ЭМГ датчик на основе микроконтроллера Muscule Sensor V3. Электрические потенциалы мышечной активности регистрируются специальными накожными электродами. Далее, сигнал поступает на микроконтроллер Muscule Sensor V3. Данный микроконтроллер фильтрует, выпрямляет и сглаживает электрический потенциал с мышц человека. После, сигнал поступает на плату Arduino Uno R3 с помощью которой полученный сигнал передается на ПК. Для дальнейшей обработки и исследований на ПК было написано программное обеспечение.

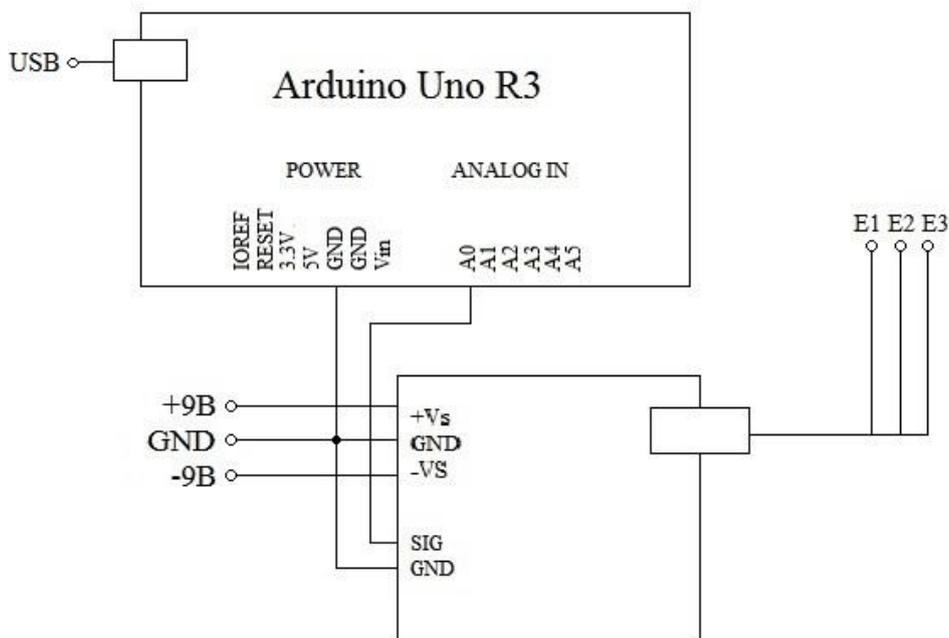


Рисунок 1 – ЭМГ датчик на основе микроконтроллера Muscule Sensor V3

Разработанный датчик может применяться в различных сферах: в психофизиологии для изучения возрастных закономерностей; в медицине для диагностики поражений периферической и центральной нервной системы; в физиологии труда и спорта; при изучении двигательной функции животных и человека; в исследованиях высшей нервной деятельности; в инженерной психологии (например, при исследовании утомления, выработки двигательного навыка); для оценки при восстановлении нарушенной двигательной функции в ортопедии и протезировании. [2]

Дальнейшей целью работы будут тестирование и отладка ЭМГ датчика, проведение исследований электрических потенциалов мышц людей и анализ данных.

Список информационных источников

1. Информационный портал по вопросам биомедицинской инженерии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ilab.xmedtest.net>, свободный.
2. Научно-медицинская фирма «Нейротех». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://neurotech.ru>, свободный.
3. Персон Р. С., Электромиография в исследованиях человека, М., 1969.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ГАСИТЕЛЯ КОЛЕБАНИЙ

Мельнов К.В., Хайруллин А.Р., Глиненко Е.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научные руководители: Гаврилин А.Н., к.т.н., доцент кафедры автоматизация и роботизация в машиностроении

²Мойзес Б.Б., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

Вопросам повышения надежности технологической системы, качества обработки посредством снижения уровня вибрации всегда уделялось большое внимание [1–4].

В работе «Пневматический гаситель колебаний» разработана принципиальная схема и математическая модель пневматического гасителя колебаний. Дальнейшим шагом в разработке пневматического гасителя стало моделирование его работы.

Структурная схема пневмогасителя, по которой проводились расчеты в системе LabView National instruments, приведена ниже (рис. 1).

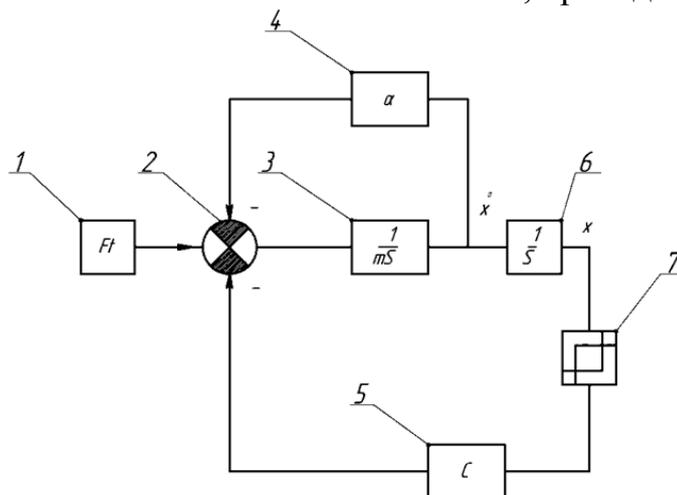


Рис. 1. Структурная схема: 1 – усилие; 2 – сумматор; 3 – $1/S$ оператор Лапласа и масса узла ТС; 4 – коэффициент трения; 5 – жесткость узла ТС; 6 – оператор Лапласа; 7 – звено, описывающее люфт механического узла

В ходе исследования были получены результаты, представленные в виде спектрограмм [5].

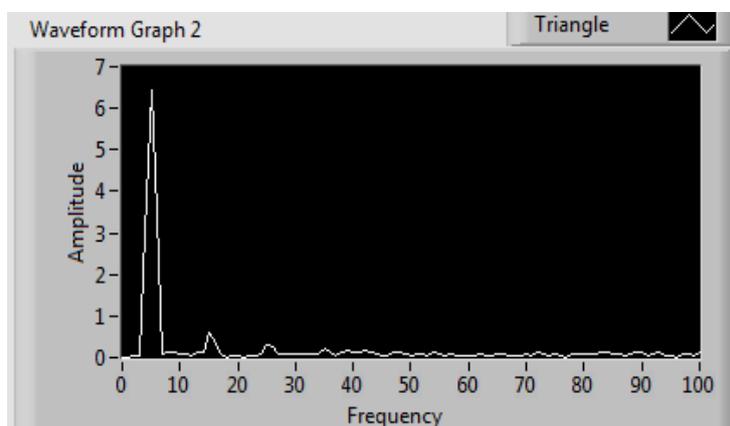
На рис. 2 приведены спектрограммы, полученные в результате моделирования работы гасителя.

Приведенная структурная схема описывается уравнением

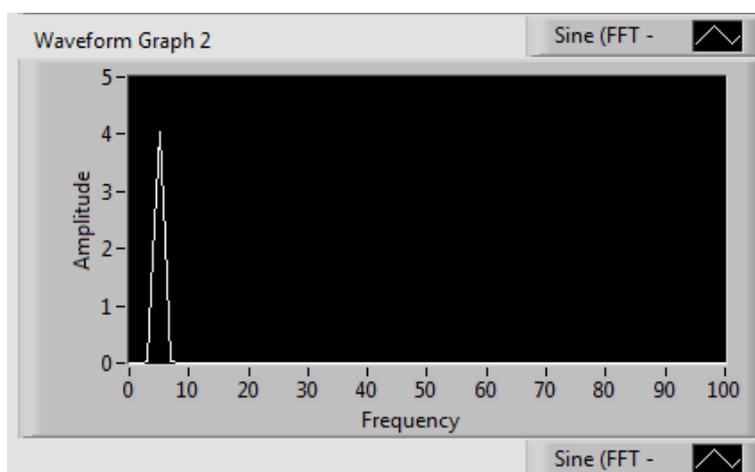
$$F_t = F_H + F_a \sin \omega t,$$

где сила натяга F_H принимает значения:

- в зоне малой жесткости $F_H=0$
- в зоне высокой жесткости $F_H>0$



a



б

Рис. 2. Спектрограммы процесса, полученных при моделировании работы гасителя:
a) при «малой» жесткости системы и наличии люфта; *б*) при «высокой» жесткости системы и отсутствии люфта

Первая диаграмма (рис. 2, *a*) демонстрирует наличие посторонних шумов, что может быть объяснено наличием люфта в соединении.

Вторая диаграмма (рис. 2, *б*), которая демонстрирует отсутствие шумов, построена при наличии демпфирующего устройства (при отсутствии люфта).

Результаты моделирования, проведенные в Lab View National instruments, подтвердили адекватность структурной схемы (рис. 4) и перспективность применения демпфирующего устройства..

Дальнейшее сравнение спектрограмм позволяет сделать вывод, что наличие люфта между исполнительным органом и станком приводит к

росту амплитуды колебаний, которые негативно сказываются на качестве обработки детали [5].

В результате применения предварительного натяга, что подтверждается экспериментальными данными, достигается снижение вибрации и шума в ТС, повышается качество обработки, увеличивается время стойкости инструмента.

Список информационных источников

1. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б. Метод оперативной диагностики металлорежущего станка для обработки заготовок типа тел вращения // Контроль. Диагностика. – 2013. – №9 – С. 81-84.
2. Конструктивные методы повышения виброустойчивости металлорежущего оборудования. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б., Черкасов А.И. Контроль. Диагностика. 2013. № 13. С. 82-87.
3. Метод снижения уровня вибраций при механической обработке Гаврилин А.Н. Контроль. Диагностика. 2013. № 11. С. 23-26.
4. Gavrilin, A., Moyses, B., Zharkevich, O. Constructive and processing methods of reducing vibration level of the metalworking machinery elements. Journal of Vibroengineering, 17 (7), pp. 3495-3504.
5. Пат. РФ 1803638, МКП F16F15/03. Активное виброгасящее устройство / Пронин М.А., Хохлов И.К., Ермаков В.Ю., Кордонский В.И., Савостьянов А.М. – Оpubл. 23.03.1982. Бюл. № 11. – 3 с.

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ

Могильницкий В.С.

Томский политехнический университет, г. Томск.

*Научный руководитель: Лобанова И.С., ст. преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В настоящее время широко применяют различные физические методы и средства неразрушающего контроля (НК) металлов и металлоизделий, позволяющие проверять качество продукции без нарушения ее пригодности к использованию по назначению.

Капиллярная дефектоскопия – является одним из основных методов неразрушающего контроля и предназначена для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов в объектах любых форм и размеров, изготовленных из черных и цветных металлов и сплавов, стекла, керамики, пластмасс и других неферромагнитных материалов.

На результаты капиллярного контроля могут влиять разные факторы, например освещенность, качество дефектоскопических материалов, расположение и организация рабочих мест, а также психофизическое состояние специалиста, осуществляющего капиллярный контроль опасных производственных объектов. Расшифровка результатов контроля – мероприятие, требующее больших временных затрат. Для ускорения этого процесса и исключения ошибок со стороны специалиста, предлагается использовать методы цифровой обработки изображений результатов контроля.

Для регистрации индикаций капиллярного метода применяются три основных типа систем: лазерные, фотодетекторные с обычным ультрафиолетовым освещением и оптико-телевизионные.

В лазерных сканирующих системах применяют синие, фиолетовые или ультрафиолетовые лазеры. Сканирование поверхности пучком происходит с помощью системы зеркал. Люминесценция детектируется простым фотодатчиком, снабженным фильтром, отсекающим голубую или ультрафиолетовую компоненту, но пропускающим видимый спектр люминесценции. Получаемый с датчика сигнал, таким образом, имеет форму импульсов. После порогового устройства получают двухуровневый сигнал, из которого, в свою очередь, получают бинарное изображение.

Фотодетекторные системы включают источник ультрафиолетового освещения, фотодетектор, чувствительный к видимой части спектра, но не к ультрафиолетовому освещению, усилитель или формирователь сигнала и пороговое устройство. Поверхность сканируется перемещением датчика над поверхностью объекта. Образ поверхности формируется так же, как в лазерных системах.

Наиболее оптимальной системой, при расшифровке результатов капиллярного контроля, является оптико-телевизионная. Такие системы легче реализуемы, дешевле и надежнее, чем другие описанные выше системы считывания индикаций.

Оптико-телевизионные системы пригодны для считывания как люминесцентных, так и контрастных (цветных) индикаций. Оптико-телевизионные системы включают блок обычного или ультрафиолетового освещения, телевизионный канал и аналого-цифровой преобразователь видеосигнала (либо регистратор изображения) и вычислительную часть с программным обеспечением количественного анализа изображений индикаций.

В работе была использована именно такая система. В качестве регистратора изображения использовалась цифровая фотокамера Nikon D40.



Рис 1. Схема оптико-телевизионной системы.

C – фотокамера; A – источник освещения; B – объект контроля; F – фокусное расстояние; 1,2,3,4,5 – номера несплошностей по порядку.

Исследования проводились на тест-панелях с искусственными несплошностями, заранее известных размеров. Ширина раскрытия этих несплошностей измерялась на микроскопе МС – 50 и равны соответственно 1 – 29мкм; 2 – 60 мкм; 3 – 27 мкм; 4 – 14 мкм; 5 – 25 мкм. Технология контроля с последующей регистрацией изображения индикаторного следа проводилась по 20 раз наборами дефектоскопических материалов фирм Sherwin, Vycotest, Overcheck.

Цифровая обработка изображений проходит в несколько этапов:

- 1.Получение изображений капиллярных следов посредством фотокамеры.
- 2.Получение бинарной картины с учетом баланса RGB
- 3.Анализ параметров следа и получение численных результатов площади и протяженности.

Процесс получения цифровых изображений капиллярных следов является одним из важных предварительных этапов, поскольку результат цифровой обработки напрямую зависит от качества снимка. На данном этапе важно использовать аппаратуру, которая обеспечит стабильный ряд светочувствительности и обладающую высоким разрешением.



Рис 2. Пример изображения капиллярных следов.

Бинарная картина получается с помощью разделения вектора RGB на теневые составляющие.

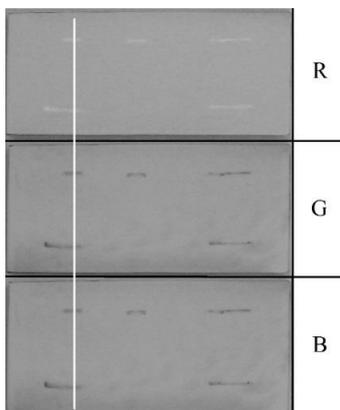


Рис. 3. Теневые составляющие вектора RGB

При рассмотрении цветового баланса в различных сечениях изображения следа (в данном случае одного) можно увидеть резкое отличие красной составляющей от зеленой и синей, что говорит о наличии в этих координатах индикаторного следа.

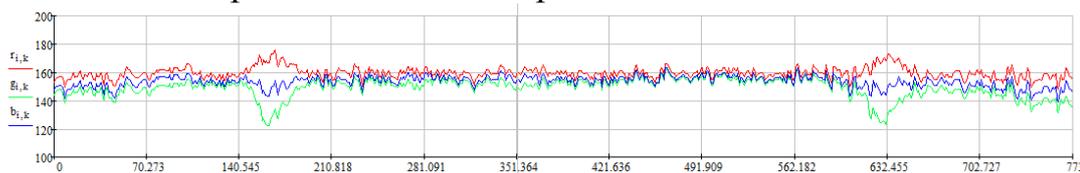


Рис. 4. График цветового баланса в сечении.

Для того, чтобы размеры индикаторного следа на бинарной картине получились наиболее близки к размерам дефекта, надо избавиться от фоновых шумов. Для этого строится график отклонения красной составляющей от усредненного значения цветового баланса. Дополнительно на графике отображается линия цветового контраста, которая выполняет роль фильтра в процессе формирования бинарной картины индикаторного следа.

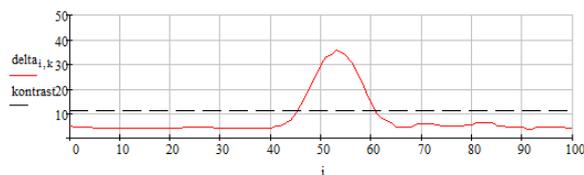


Рис. 5. График отклонения красной составляющей от среднего значения цветового баланса

После получения бинарного изображения производится анализ параметров следа и получение численных результатов площади и протяженности.

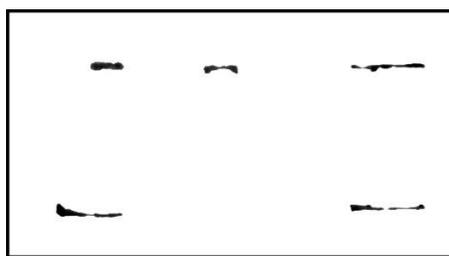


Рис. 6. Бинарное изображение индикаторного следа после цифровой обработки.

Сравнили размеры полученных индикаторных следов с истинными размерами несплошностей. Результаты получились близкими к истинным.

Также была выявлена зависимость контрастности следа от количества произведенных экспериментов. Из рис 7. можно сделать вывод, что чем больше количество экспериментов, тем хуже выявляемость дефектов.



Рис. 7. График зависимости значения яркости от количества экспериментов.

Вывод: в данной работе были рассмотрены такие методы цифровой обработки изображений в капиллярной дефектоскопии как лазерные, фотодетекторные с обычным ультрафиолетовым освещением и оптико-телевизионные. Был произведен капиллярный контроль тест-панели и на основе результатов контроля был приведен алгоритм оптико-телевизионного метода (с цифровой фотокамерой). Также была

выведена зависимость выявляемости дефектов от количества проведенных экспериментов.

Список информационных источников

1. Гетьман А.Ф., Козин Ю.Н. Неразрушающий контроль и безопасность эксплуатации сосудов и трубопроводов давления. – 1997. – С. 276-288.

2. Ключев В. В. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. // Машиностроение. – 1986. – С. 464 – 488.

3. Филинов М.В. Повышение точности количественных оценок поверхностных дефектов и структур металлов по их цифровым изображениям в оптическом неразрушающем контроле. – 2007. – С. 117 – 134.

4. Питулин Э.С., Губанова Л.А. Оптические покрытия. – 2016. – С. 163 – 187.

5. Макаровский И.М., Тиц С.Н. Капиллярный контроль авиационных конструкций. – 2010. – С. 3 – 7.

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА — ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ

Монич Н.В.

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., ведущий эксперт
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Современный уровень развития промышленности передовых стран характеризуется огромными объемами выпускаемой продукции и требует высокие показатели ее качества.

Контроль качества является одной из важнейших частей производственного процесса и заключается в выявлении дефектов, брака в готовой продукции, проверке соответствия продукции техническим характеристикам и параметрам в процессе ее изготовления, потребления или эксплуатации. В связи с ужесточением требований качества, предъявляемых к продукции, усложнением методов диагностирования, трудоемкость операций контроля качества в промышленности резко увеличивается.

Если вы хотите быть уверены, что поезд не сойдет с рельсов, мост или здание не разрушится и выдержит даже землетрясение, то в этом вам помогут именно техническая диагностика и неразрушающий

контроль. Качество, надежность и безопасность эксплуатации железных дорог, трубопроводов, мостов, самолетов, атомных электростанций, котлов и сосудов, находящихся под давлением, используемых в химической промышленности, объектах водо- и пароснабжения и на бензозаправках обеспечивают неразрушающий контроль и своевременная техническая диагностика.

Неразрушающий контроль - это технический контроль, после которого в отличие от разрушающего продукция может быть использована по прямому назначению и не требующий, во многих случаях, выведения объекта контроля из работы либо его демонтажа. Целью использования неразрушающего контроля в промышленности является контроль надежности основных рабочих свойств, параметров, а также надёжное выявление опасных дефектов объекта, что дает возможность предотвратить использование дефектных деталей, а следовательно, предотвратить аварии и катастрофы. Кроме того, своевременное выявление дефектов и данные о них, позволяют техническим службам предприятия совершенствовать технологические процессы.

Техническая диагностика - область знаний, которая содержит в себе сведения о методах и средствах оценки технического состояния машин, механизмов, оборудования, конструкций и других технических объектов. Методы технической диагностики применяют для рациональной организации процессов контроля работоспособности изделий, поиска отказавших элементов в изделия электротехнической, авиационной, автотракторной и других отраслей промышленности.

Общей проблемой технической диагностики является достижение адекватной оценки распознавания истинного состояния объекта и классификации этого состояния (нормального или аномального). Техническая диагностика обеспечивает повышение надежности объектов при их эксплуатации, предотвращение производственного брака при изготовлении объектов и их составных частей.

Список информационных источников

1. ГОСТ 20911-89. Межгосударственный стандарт. Техническая диагностика термины и определения.
2. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник / Под ред. Клюева В.В. - М.: Машиностроение, 1995.
3. Гурвич, А.К., Ермолов, И.Н., Сажин, С.Г. Неразрушающий контроль. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1992. – 272 с.

РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО ПЕРЕДВИЖНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТЕОКОМПЛЕКСА

Мордус Р.В.

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., ведущий эксперт
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

При разработке ультразвуковых измерителей скорости ветра и температуры воздуха ключевым элементом, определяющим точностные, инерционные и эксплуатационные характеристики прибора, является электроакустический преобразователь (ЭАП), служащий излучателем и приемником распространяющихся через контролируемую воздушную среду акустических волн. К электроакустическому преобразователю предъявляется целый ряд требований, носящих зачастую противоречивый характер.

Эффективность передачи и приема акустических импульсов обеспечивается за счет выбора оптимальных частот ультразвуковых колебаний, согласования пьезоэлемента с контролируемой средой, гашением реверберационных колебаний. Согласование пьезоэлемента с контролируемой средой осуществляют применением согласующего протектора, гашение реверберационных колебаний – установкой поглощающих колебания демпферов.

Протектор

Для согласования пьезопластины с акустической нагрузкой используется протектор. Протектором называется промежуточный слой, который находится между пьезопластиной и контролируемой средой. Протектор непосредственно контактирует с внешней средой (атмосферным воздухом) и служит также для защиты пьезоэлемента от воздействия агрессивных факторов атмосферы. Поэтому материал, из которого изготавливают протекторы, должен обладать достаточной прочностью, термостойкостью, низкой гигроскопичностью, стабильностью физических характеристик в широком температурном диапазоне.

Использование протектора оказывает существенное влияние на формирование сигналов, излучаемых в среду. Если толщина протектора превышает половину длины волны, излучаемой пьезопластиной, то в протекторе возникают многократно отраженные и разделенные во времени импульсы. Использование протектора оказывает существенное влияние на формирование сигналов, излучаемых в среду. Если толщина протектора превышает половину длины волны, излучаемой

пьезопластиной, то в протекторе возникают многократно отраженные и разделенные во времени импульсы.

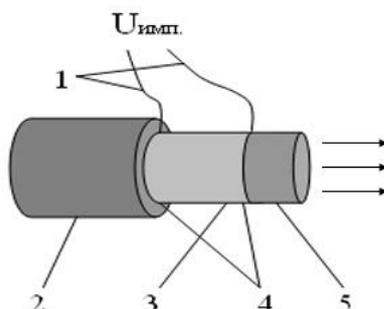


Рис.1 Электроакустический преобразователь: 1 – выводы электродов, 2 – демпфер, 3 – пьезокерамическая пластина, 4 – электроды, 5 – протектор

Если толщина протектора меньше половины длины волны, то многократно отраженные импульсы отсутствуют, но коэффициент отражения на границе пьезоэлемент - протектор становится зависимым от толщины протектора. При толщине протектора кратной четверти длины волны коэффициент отражения R акустического сигнала стремится к нулю в соответствии с выражением

$$R = \frac{Z_{пл} * Z_{возд}^2 - Z_{пр}^2}{Z_{пл} * Z_{возд}^2 + Z_{пр}^2}$$

при условии:

$$Z_{пр} = \sqrt{Z_{возд} * Z_{пл}},$$

где $Z_{пл}$, $Z_{возд}$, $Z_{пр}$ – акустические импедансы протектора, пьезопластины и воздуха соответственно.

Для нашего случая $Z_{пл} = 24 * 10^6$ кг/м²с (пьезокерамика ЦТС-19), $Z_{возд} = 4.2 * 10^2$ кг/м²с (воздух), соответственно, оптимальный импеданс протектора должен составлять, приблизительно, $Z_{пр} = 10^5$ кг/м²с.

Среди твердых материалов, имеющих близкие к расчетному значения импеданса, и соответствующих эксплуатационным требованиям, были отобраны три материала, характеристики которых приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Наименование материала	$Z_{пр}$, (кг/м ² с)	R, относ. единиц.
Пенопласт	$7,7 \cdot 10^4$	0,15
Пробковое дерево	$15,09 \cdot 10^5$	0,98
Микросферопласт	$1,01 \cdot 10^5$	$6,65 \cdot 10^{-4}$

Для данных материалов были проведены экспериментальные исследования для определения оптимальной толщины протектора электроакустического преобразователя.

Результаты измерений зависимости величины акустических сигналов (в вольтах), регистрируемых приемным трактом установки, от толщины протектора (в миллиметрах) представлены в табл. 1 и на рис 2.

Из проведенных расчетов и экспериментальных исследований следует, что наиболее предпочтительным материалом для изготовления протектора является микросферопласт (толщина пластины – около 6 мм), который имеет наилучшие акустические характеристики и оптимальные физические свойства: обладает высокой однородностью структуры, негигроскопичен, устойчив к воздействию неблагоприятных атмосферных факторов, легко поддается механической обработке.



Рис. 2 Зависимость амплитуды излучаемых акустических импульсов от толщины протектора: 1 – микросферопласт, 2 – пенопласт, 3 – пробковое дерево.

Демпфер

Для устранения реверберационных колебаний в ЭАП, уменьшения его собственных шумов и получения коротких ультразвуковых импульсов, близких по форме к видеоимпульсам, применяют демпфирование ЭАП. Для этого пьезоэлемент приклеивают к массивному телу – демпферу, который изготавливают из материала, обладающего акустическим импедансом близким по значению к импедансу пьезопластины, а также большим коэффициентом затухания ультразвуковых волн на рабочей частоте.

В табл. 2 приведены результаты расчета толщины демпферов, изготовленных из различных материалов, из условия, что при прохождении ультразвука от пьезопластины до верхней грани демпфера и обратно, сигнал ослабляется в 10^5 - 10^6 раз.

Таблица 2. Характеристики демпферов

Материал демпфера	Импеданс $Z_0 \cdot 10^6$, кг/м ² с.	Коэффициент затухания $\delta \cdot 10^4$, м ⁻¹	Толщина демпфера, мм
Фенопласт +W-90%	10,2	41,7	34
Фенопласт +W-95%	15,25	43,4	30
Олово, никель галлий +W-50%	25,2	37,5	45
Олово, никель галлий +W-70%	25,5	40,5	37
Эпоксидная смола+ W-30%	24,7	40,1	37,8
Вольфрам, олово + W-30%	27,4	38,8	43
Эпоксидная смола с отвердителем +W	24,3	40	30

Из таблицы видно, что наименьшей толщиной обладает демпфер, изготовленный из фенопласта с вольфрамовым наполнителем. Однако, вследствие различия значений импедансов, длительность ультразвуковых импульсов в таком ЭАПе будет составлять 3-4 периода собственных колебаний пластины. Для уменьшения длительности ультразвукового импульса в материал демпфера включают металлические сплавы, однако в нашем случае это недопустимо из-за большого различия температурных коэффициентов расширения металлов и пьезокерамики ЦТС-19.

На рисунке 2 приведена зависимость удельного акустического импеданса от процентного содержания вольфрама

Как видно из рисунка, оптимальная добавка вольфрама находится в пределах 40-50%. Дальнейшее повышение процентного содержания наполнителя приводит при незначительном увеличении удельного акустического импеданса Z_0 к существенному увеличению вязкости и неоднородности всей массы, что крайне осложняет технологию изготовления ЭАПа и ухудшает его прочностные характеристики.



Рис. 2. Зависимость удельного акустического импеданса от процентного содержания вольфрама

Список информационных источников

1. А.с. СССР №1590962. Материал для демпфера ультразвукового преобразователя / Бурд М.Б., Сажин В.В. Опубл. В БИ. 1990. №33.
2. А.с. СССР №1619165. Материал для демпфера ультразвукового преобразователя / Лобанов В.В., Байдин И.С. Опубл. В БИ. 1990. №1.
3. А.с. СССР №1280535. Материал для демпфера ультразвукового преобразователя / Шевалдыкин В.Г., Яковлев Н.Н. Опубл. В БИ. 1986. №48.
4. Акустические методы контроля и диагностики. Часть 1: Учебное пособие / Б.И. Капранов, М.М.Коротков.-Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.186с.

ИЗМЕРЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ЖИЛЫ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА

Николаев К.В.

Томский политехнический университет

Научный руководитель: Федоров Е.М., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

Постоянно растущая потребность в качественной кабельной продукции, используемой в электроэнергетике, системах передачи информации, специальных областях техники и быту, обуславливает появление новых и совершенствование существующих методов и приборов контроля качества кабельной продукции.

Кабельные изделия предназначены для передачи электрической энергии или информации на расстояние. Под термином «передача информации» следует понимать передачу электромагнитных колебаний определенной формы. Количественные параметры этих колебаний должны изменяться определенным образом, соответствующим характеру передаваемой этим полем полезной информации. Все это увеличивает спрос на продукцию, способную обслуживать кабели.

Современные методы контроля кабельной продукции, позволяющие при минимальных затратах достичь высокой стабильности показателей, приобретают все большее значение.

Контроль натяжения производится для определения соответствия параметров кабеля и кабельной арматуры установленным требованиям. Также для процесса скрутки, измерение натяжения производится для контроля шага скрутки.

Целью данной работы является исследование методов контроля натяжения кабельных изделий и выбор наиболее оптимального для технической реализации измерителя натяжения токопроводящих жил.

Объектами исследования являются методы контроля натяжения кабельной продукции.

Актуальностью работы является потребность измерения натяжения непосредственно в процессе производства, также повышение экономии времени и других ресурсов за счет упрощения процесса измерения и повышение точности измерения.

Исследование проводилась в два этапа, первым этапом работы было оценка методов и средств измерения, вторым этап явилось выбор оптимального метода. Для исследования были выбраны методы разного вида контроля и обладающие сравнительно высоким показателем точности.

Процесс контроля натяжения производится в соответствии с требованиями настоящего стандарта по нормативной документации на аппаратуру конкретного типа и конструкторской документации, утвержденных в установленном порядке. Действующим нормативным документом является СНиП 3.05.06-85 "Электротехнические устройства".

Первым методом измерения натяжения, который был исследован, является измерение натяжения кабеля на основе механического динамометра. По принципу действия различают динамометры механические (пружинные или рычажные), электронные и гидравлические.

Пружинный динамометр работает путем передачи силы на пружину, которая, в зависимости от направления действия и

предназначения прибора, либо сжимается, либо растягивается. При этом величина упругой деформации пружины строго пропорциональна силе воздействия.

Отличительной особенностью такого динамометра является возможность непосредственного измерения натяжения в любом месте каната: это достигается применением в нем шариков и роликов, которые уменьшают трение между канатом и подвесками.

Рычажный динамометр работает посредством деформации рычага под действием силы, причем величина деформации регистрируется. Приборы такого типа не слишком точны, а их показания сильно зависят от температуры окружающей среды.

Принцип действия метода сопоставима с предыдущим методом за исключением силовоспринимающего звена. Усилие выпрямления троса воспринимается рычажной системой.

Вторым, исследовали метод на основе электрического динамометра. Электрический динамометр преобразует деформацию от воздействия силы в электрический сигнал, и дополнительного датчика, который усиливает и записывает электрический сигнал первого датчика. При контроле натяжения гибкого органа преобладает использование датчика на основе тензорезистора. Такие динамометры обладают высокой точностью, легкостью, малыми габаритами.

Одним из таких методов является измерение натяжения гибкого органа на основе тензопреобразователя мембранно-рычажного типа.

Тензопреобразователь мембранно-рычажного типа работает следующим образом, мембрана и рычаг соединены между собой, перемещение рычага приводит к деформированию мембраны, что в свою очередь вызывает деформацию тензопреобразователя.

Недостатком преобразователей этого типа является значительный температурный коэффициент. В связи с этим во всех преобразователях производится температурная компенсация, которая исходит из индивидуальных температурных характеристик каждого прибора.

Метод контроля силы натяжения кабеля с разворачивающим частотным преобразователем.

Работа устройства с разворачивающим частотным преобразователем основан на измерении частоты колебания каната и в последующем отградуировании шкалы частотомера в единицы натяжения.

Основными недостатками данного устройства являются низкая точность измерения из-за не учёта поперечных колебаний каната, а также установка (монтаж) устройства на канат.

Метод измерения натяжения на основе тензодатчика.

Данный метод основан на измерении поперечной силы действующей на силовоспринимающий ролик. В соответствии с третьим законом Ньютона, на центральный ролик действует сила давления центральной опоры на трос - реакция центральной опоры $R_{цоп}$ равная и противоположна по направлению силе давления троса на центральную опору, иными словами

$$R_{цоп} = F1 \cdot \sin \alpha + F2 \cdot \sin \alpha = F ,$$

где $F1 \sin \alpha$ и $F2 \sin \alpha$ – проекции сил на ось у (рис. 1) .

Для измерения силы действующей на силовоспринимающий ролик используется тензометрический датчик на основе тензорезистора.

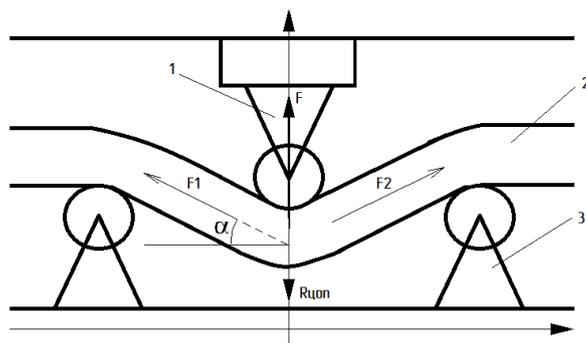


Рис. 1. Общий вид датчика натяжения гибкого органа: 1 – силовоспринимающий ролик; 2 – измеряемое изделие; 3 – направляющие ролики.

Заключение

В ходе исследования наиболее оптимальный метод измерения натяжения гибкого органа был выбран метод измерения натяжения на основе тензодатчика, это обусловлено широким диапазоном измерения воспринимаемых усилий, точностью измерения. Датчики данного типа могут использоваться при действии статических и динамических нагрузок. Что касается метода измерения натяжения: метод не требует предварительного измерения диаметра (толщины) измеряемого изделия, измерение натяжения производится непосредственно в процессе производства за счет направляющих роликов. Перечисленные преимущества приводят к повышению экономии времени и других ресурсов за счет упрощения процесса измерения.

Список информационных источников

1.Сборник методических пособий по контролю состояния электрооборудования / Под. ред. Ф.Л. Когана / М.: АО «Фирма ОР-ГРЭС», 2001, 494 с.

2. Национальный реестр интеллектуальной собственности - FindPatent.ru.

3. Н.И. Белоруссов, А.Е. Саакян, А.И. Яковлева. Электрические кабели, провода и шнуры, М.: – Энергоатомиздат, 1988.

КОНТРОЛЬ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ОБЛИЦОВОЧНЫМИ ПЛАСТИНАМИ СЭНДВИЧ ПАНЕЛИ ВИХРЕТОКОВЫМ МЕТОДОМ

*Омарова Д.М., Васильева К.А., Моторов М.В., Пономарев А.А.
Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Гольдштейн А.Е., д. т. н., профессор кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Время движется вперед и вместе с этим не стоит на месте технический прогресс. С каждым разом возрастают требования к материалам, создаются материалы нового поколения. Один из них сэндвич панель.

Сэндвич панэль (англ. Sandwich — многослойный бутерброд) — строительный материал, имеющий трёхслойную структуру, состоящую из двух листов жёсткого материала (металл, ПВХ, ДВП, магнетитовая плита) и слоя утеплителя между ними. Все детали сэндвич панелей склеиваются между собой с помощью горячего или холодного прессования. [1]

Возникает необходимость в контроле таких материалов. Мы предложили, что вихретоковый метод способен обеспечить контроль расстояния между лицевыми электропроводящими пластинами сэндвич панелей. [2]

В связи с этим, цель нашей работы: исследование возможности контроля вихретоковым методом расстояния между лицевыми электропроводящими пластинами сэндвич панелей.

Для осуществления цели поставлены следующие задачи:

- 1)нахождение зависимости выходного сигнала ВТП от расстояния между проводящими пластинами;
- 2)нахождение зависимости выходного сигнала от зазора между преобразователем и сэндвич панелью.

Измерительные преобразования в полях вихревых токов (вихретоковые измерительные преобразования) основаны на возбуждении в электропроводящих объектах переменным магнитным полем вихревых токов и зависимости параметров этих токов от свойств объекта.

В качестве источника переменного магнитного поля в большинстве случаев используется обмотка с переменным электрическим током (обмотка возбуждения, ток возбуждения).

Если такую обмотку поместить вблизи электропроводящего объекта, например, пластины, то магнитное поле обмотки будет создавать в объекте некоторый магнитный поток.

В соответствии с законом электромагнитной индукции изменяющийся во времени магнитный поток создает вихревое электрическое поле.

Наличие электрического поля в электропроводящей среде приводит к появлению электрического тока.

Этот электрический ток совпадает по направлению с линиями напряженности индуцируемого электрического поля и соответственно имеет также вихревой характер. Вихревые токи замыкаются непосредственно в электропроводящем объекте, образуя вихреобразные контуры, сцепляющиеся с индуктирующим их магнитным потоком.

Вихревые токи имеют собственное магнитное поле. Согласно закону Лоренца, переменное магнитное поле вихревых токов стремится противодействовать изменениям магнитного потока, индуктирующего вихревые токи.

Параметры вихревых токов – амплитуда, фаза, пространственное распределение – зависят от геометрических размеров, формы и структурных особенностей электропроводящего объекта, электромагнитных характеристик материала, взаиморасположения объекта и источника возбуждающего магнитного поля, частоты и амплитуды тока возбуждения.

Столь большое число влияющих параметров обеспечивает высокую информативность вихретоковых методов измерительных преобразований, что делает данный метод контроля наиболее эффективным для нашего исследования. [3]

С целью определения зависимости изменения расстояния между проводящими объектами при изменении зазора между вихретоковым преобразователем и облицовочными электропроводящими пластинами нами был проведен эксперимент. Структурная схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.

Конструкция использованного преобразователя представлена на рис. 2.

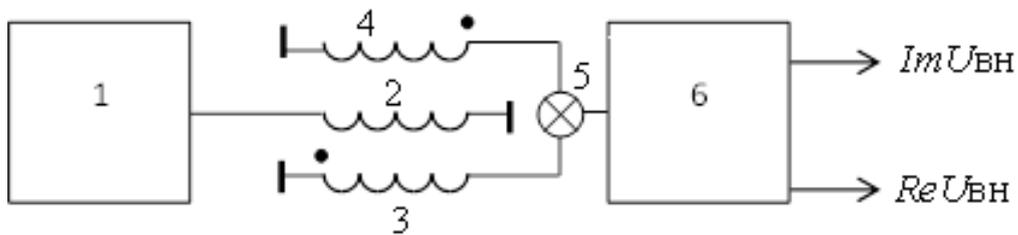


Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки. 1 – генератор, 2 – обмотка возбуждения, 3 – измерительная обмотка, 4 – компенсационная обмотка, 5 – сумматор, 6 – амплитудно-фазовый детектор.

По результатам эксперимента построены годографы от изменения расстояния между электропроводящими пластинами, от изменения зазора между ВТП и поверхностью лицевой пластиной при расстоянии между пластинами равном нулю и расстоянии равном 8 мм (рис. 3). Определены зависимости изменения амплитуды и фазы вносимого напряжения от расстояния между электропроводящими пластинами при изменении зазора между ВТП и лицевой электропроводящей пластиной (рис. 4 и рис. 5).

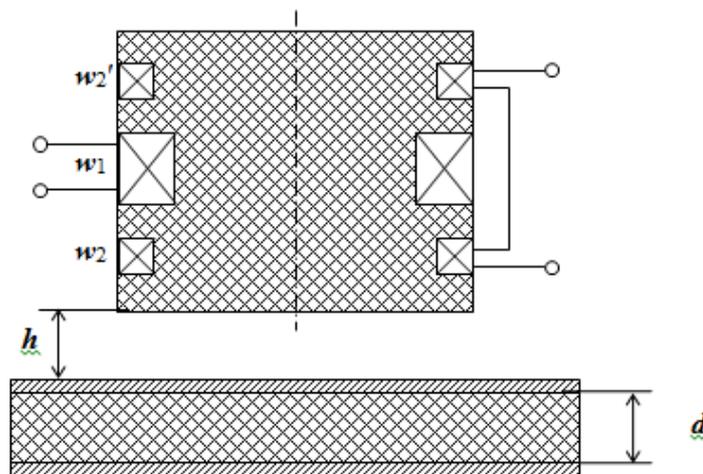


Рис. 2. Конструкция вихревого преобразователя

В результате эксперимента определили, что при изменении расстояния между двумя проводящими пластинами меняются значения амплитуды и фазы. При этом зависимость фазы от расстояния более монотонна. При изменении зазора между ВТП и лицевой пластиной изменяется значение амплитуды, фаза почти не изменяется.

$ImU_{ВН}, В$

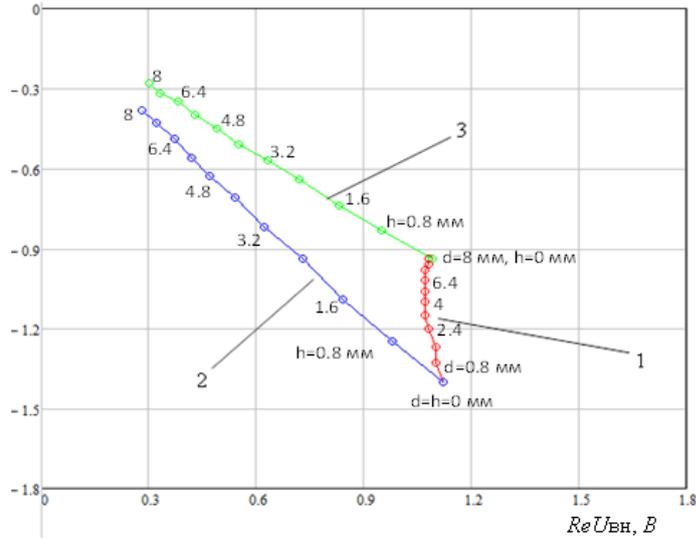


Рис. 3. Годографы от изменения расстояния между электропроводящими пластинами (1), зазора между ВТП и поверхностью лицевой пластиной при расстоянии между пластинами равном нулю (2) и расстоянии равном 8 мм (3).

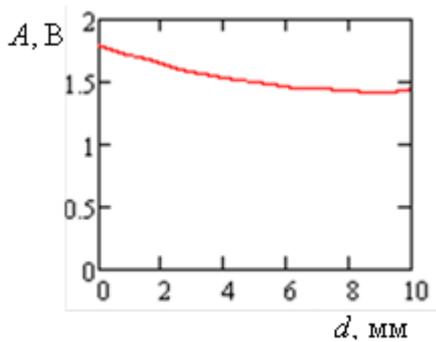


Рис. 4. Зависимость амплитуды вносимого напряжения от расстояния между двумя электропроводящими пластинами.

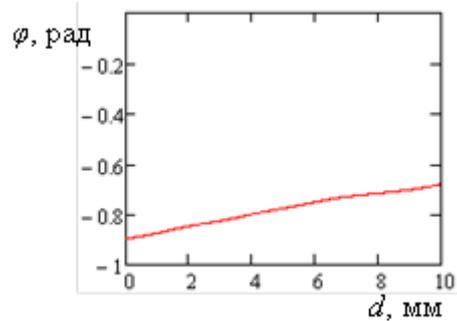


Рис. 5. Зависимость фазы вносимого напряжения от расстояния между двумя электропроводящими пластинами.

Выводы:

1. Результатами эксперимента показана принципиальная возможность контроля вихретоковым методом расстояния между облицовочными пластинами сэндвич панели.

2. В качестве информативного параметра сигнала ВТП целесообразно использовать фазу вносимого напряжения, т.к. зависимость фазы от расстояния между облицовочными пластинами более монотонна и фаза почти не зависит от зазора между ВТП и лицевой пластиной сэндвич панели.

Список информационных источников

1. Википедия [Электронный ресурс] / Сэндвич панель – Режим доступа: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сэндвич-панель>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 29.04.2016)

2. Шубочкин А.Е. Развитие и современное состояние вихретокового метода неразрушающего контроля: монография. М.: Издательский дом «Спектр», 2014. – 288 с.

3. Гольдштейн А.Е. Физические основы измерительных преобразований. Измерительные преобразования в полях вихревых токов. Учебное пособие – Томск: ТПУ, 2010.

МОТИВАЦИЯ КАК ФАКТОР УСПЕШНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Петрова А. Б., Петров М. В.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Суржиков А. П., д.ф.-м.н., профессор кафедры физических методов и приборов контроля качества

Для поддержания устойчивого успеха предприятия, его руководство может разрабатывать планы по развитию предприятия, искать оптимальные организационные и производственные подходы, использовать передовые научные разработки, современное оборудование, новейшие технологии. Однако если персонал предприятия не будет должным образом выполнять свою работу, не будет стремиться своим трудом помочь предприятию достичь желаемых результатов, ни одно из вышеперечисленных мероприятий не позволит достичь намеченных предприятием целей.

Готовность человека добросовестно выполнять свою работу – один из важнейших факторов успешной деятельности любого предприятия. Для того чтобы эффективно управлять персоналом необходимо понимать его мотивацию.

И. С. Мангутов и А. А. Петров определяют мотивацию как процесс формирования мотивов поведения личности [1].

Мотивация – это побудительная причина, повод к какому-либо действию, активное состояние человека (его мозговых структур), побуждающее его совершать наследственно закрепленные или приобретенные опытом действия, направленные на удовлетворение индивидуальных (например, жажда, голод и др.) или групповых (забота о детях и др.) потребностей [2].

С развитием технологий и углублением специализации труда ученые в области управления персоналом осуществляли поиск новых решений проблемы мотивации с точки зрения психологии.

На основе результатов исследования поведения человека, осуществляющего трудовую деятельность, были выделены две категории теорий мотивации:

- процессуальные теории;
- содержательные теории.

Содержательные теории мотивации были описаны в работах А. Маслоу, Д. Кленда, Ф. Герцберга. Данные теории основываются на идентификации внутренних побуждений, т.е. потребностей.

Процессуальные теории мотивации разрабатывались Л. Портером, Э. Лоулером и др. Данная группа теорий основное внимание уделяет тому, как человек прилагает усилия для достижения целей, а также какой тип поведения он при этом выбирает.

Несмотря на свои отличия, все вышеперечисленные теории не являются взаимоисключающими, все они развивались постепенно, дополняя друг друга. Все эти теории не утратили своей актуальности и могут быть использованы при решении современных задач управления персоналом предприятия.

Движущей силой процесса мотивации является процесс возникновения потребностей, схожих для многих людей, но, в то же время, индивидуальных для каждого человека [3].

Значительную роль в формировании поведения работника играет слаженное, стабильное взаимодействие стимулов и мотивов. Согласно словарю иностранных слов русского языка понятие стимул понимается как побуждение к действию [4]. При определенных условиях стимулы превращаются в мотивы. Такая трансформация возможна под влиянием различных факторов:

- интересов работника;
- ценностных ориентаций;
- социальных ожиданий;
- доступных для работника возможностей и способностей для их реализации.

Однако высокие стимулы не дают 100 % гарантии достижения высоких результатов, поскольку они могут не согласовываться с внутренними мотивами человека.

Перед менеджером ставится задача создания таких условий, при которых стимул будет направлен на возникновение мотива, т.е. у работников должен сформироваться внутренний, субъективно значимый и отвечающий их потребностям стимул. В таком случае

персонал будет максимально заинтересован в эффективном, качественном и результативном выполнении своей работы [5]

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что побуждением к деятельности, с целью удовлетворения потребностей является мотивация. Мотивация осуществляется в несколько этапов:

1 этап – возникновение потребностей;

2 этап – выявление потребностей в сознании

3 этап – формирование мотива к деятельности, направленной на удовлетворение потребностей.

Грамотно выстроенная система мотивации способна значительно улучшить деятельность предприятия и укрепить его позиции на предпочтительной доле рынка.

Список информационных источников

1. Мангутов И. С., Петров А. А. Менеджер организации. Типологический словарь-справочник: учеб. пособие / И. С. Мангутов, А. А. Петров. – СПб.: СПбГАСУ, 2010. – 280 с.

2. Гришанина Н. В. Основы менеджмента / Н. В. Гришанина Г. С. Лопашина – М.: Юнити, 2004. – 425 с.

3. Волгин А. П. Управление персоналом в условиях рыночной экономики / А.П. Волгин. – М.:Юнити, 2006. – 541с.

4. Румянцева З. П. Менеджмент организации: учебное пособие / З.П. Румянцева, Н. А. Сагоматин, Р. З. Акбердин и др. – М.: Юнити – Дана, 2008. – 215с.

5. Управление персоналом организации: учебник/ под редакцией А.Я. Кибанова – М.: ИНФР, 2002. – 636с.

ТЕПЛОЙ КОНТРОЛЬ СКРЫТОЙ КОРРОЗИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЛНОВОГО НАГРЕВА

Плискин А.В., Чулков А.О.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Ширяев В.В, к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Ключевые слова: тепловой контроль, скрытая коррозия, тепловые волны, светодиоды.

Введение

Благодаря своей универсальности, тепловой контроль (ТК) позволяет инспектировать металлические [1] и неметаллические

материалы, используя различные источники тепловой стимуляции с целью выявления дефектов различного происхождения и размеров.

Контроль скрытой коррозии

Резервуары и контейнеры, в зависимости от габаритных размеров и типа хранящегося в них содержимого, изготавливают из стали различной толщины. Контейнеры для хранения низкоактивных радиоактивных отходов емкостью 200 литров обычно имеют толщину стенки 1 - 2 мм, в то время как резервуары для хранения нефтехимических продуктов объемом до 50 000 м³ имеют толщину стенки 6 - 15 мм. В последнее время интерес вызывает использование мощных светодиодных панелей как источников тепловой стимуляции [2]. К преимуществу светодиодов можно отнести относительно слабые тепловые помехи, возникающие в ходе испытаний. Следует заметить, что эффективность однократного светодиодного нагрева существенно ниже, чем у традиционно используемых галогеновых ламп. Однако при циклическом или «волновом» светодиодном нагреве удастся контролировать металлические изделия толщиной до 6 мм. Длительность периода нагрева зависит от толщины контролируемого изделия и предполагаемой глубины залегания дефекта.

Для экспериментальных исследований теплового контроля стальных изделий были использованы образцы из стали толщиной 2 мм (Рисунок 1а) и 6 мм (Рисунок 1б), имитирующие стенки стальных емкостей различного применения. Искусственные дефекты задней стенки различной формы и глубины имитировали возможные типы скрытой коррозии. Поверхности образцов были окрашены темной матовой краской.



Рисунок 1 - Стальные образцы

Исследования эффективности однократного и циклического светодиодного нагрева были проведены на образце толщиной 6 мм.

Объектом обнаружения был выбран левый нижний дефект с уносом материала 4 мм (степень коррозии 57 %) и диаметром 40 мм. Критерием обнаружения являлось отношение сигнал/шум (SNR). Циклический нагрев изделия световыми импульсами формой профиля близкой к прямоугольной. Длительность импульса нагрева, определяемая по формуле:

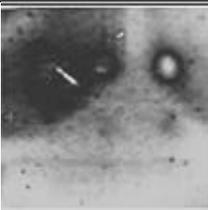
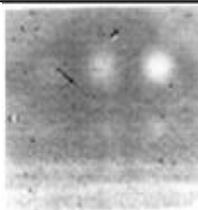
$$\tau = \frac{\mu^2 \times \pi}{\alpha}$$

напрямую зависит от глубины проникновения тепла/глубины залегания дефекта - μ , м, и обратно пропорциональна α , м/с² - температуропроводности испытываемого материала.

Инфракрасные термограммы исследуемого образца после обработки Фурье анализом, при длительности импульса нагрева 2, 4, 12 и 300 секунд и числе циклов нагрева 150, 75, 25 и 1 соответственно, приведены в Таблице 1.

Контрольный дефект выявлялся во всех экспериментах, однако, максимальная величина SNR=19,4 имела место при длительности периода нагрева 4 секунды. Тепловая волна с полупериодом 12 секунд позволила выявить дефект с уносом материала 1 мм (14,3 % коррозии). Дефекты меньших размеров не выявлялись вследствие значительной диффузии тепла в металле. В целом, использование циклического нагрева позволило выявить 4 дефекта из 9, в то время как непрерывный нагрев обеспечил обнаружение только 2-х дефектов.

Таблица 1 – результаты теплового контроля 6-и мм стальной пластины

Нагрев, с (цикл)	300(1)	12(25)	4(75)	2(150)
ИК термограмма после Фурье анализа				
SNR (номер гармоники)	7.3(3)	13.9(25)	19.4(68)	4.7(150)

Графически зависимость выявляемости дефекта от длительности и мощности светодиодного нагрева приведена на Рисунке 2. Порог уверенного обнаружения дефекта установлен на уровне SNR = 3,5. Использование мощного и короткого нагрева от двух светодиодных панелей целесообразнее с точки зрения меньшего расплывания

температурных пятен при контроле материалов с высокой теплопроводностью. Две панели уже после 5 циклов нагрева позволяют получить $SNR = 3$, и после 10 циклов превысить порог обнаружения, что почти в 3 раза быстрее, чем при нагреве 1-й панелью.

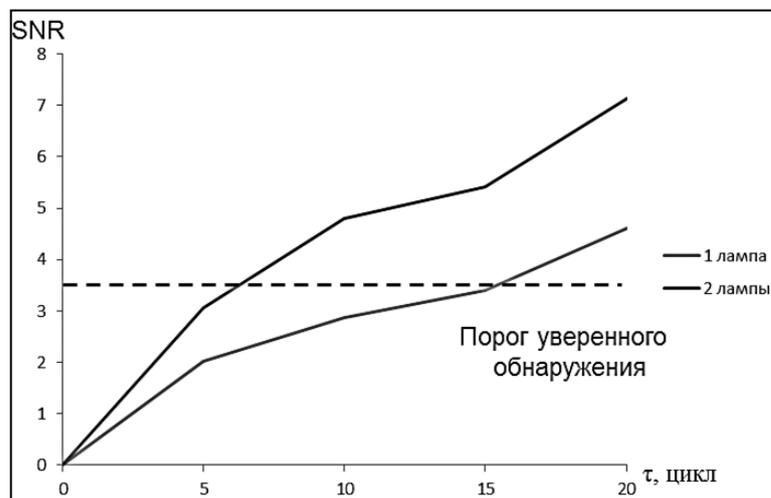


Рисунок 2 – Результаты контроля стальной пластины толщиной 6 мм с помощью 1-го и 2-х светодиодных нагревателей.

Заключение

В ходе проведения исследований по выявлению скрытой коррозии в металлических пластинах различной толщины было установлено, что использование циклического нагрева позволяет существенно повысить уровень температурного сигнала над дефектом. Были определены пределы выявляемости локального уноса материала на задней стенке в металлических изделиях различной толщины от мощности и длительности светодиодного излучения.

Список информационных источников

1. Установка и результаты активного теплового контроля коррозии в стальных цилиндрических контейнерах / Вавилов В.П., Нестерук Д.А., Ширяев В.В., Чулков А.О. // Дефектоскопия. - 2013 - №. 11. - С. 15-20
2. LED optical excitation for the long pulse and lock-in thermographic techniques / Pickering S.G. Chatterjee K. Almond D.P. Tuli S. // NDT and E International, -2013, Vol. 58, P. 72-77

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПЕНОБЕТОНА НА МИКРОТОМОГРАФЕ «ОРЁЛ–МТ»

Подворчан Ю.А., Осипов С.П.

Томский политехнический университет

Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., ведущий научный сотрудник Российско-китайской научной лаборатории радиационного контроля и досмотра

1 Введение

В настоящее время пенобетоны являются одними из самых популярных строительных материалов, который используется в классическом и монолитном домостроении. Пенобетоны обладают рядом свойств, существенно отличающих их от классических бетонов. К таким свойствам относятся: высокая тепло- и звукоизоляция, небольшая удельная потребность в цементе, малая плотность и простота механической обработки [1, 2]. Основной характеристикой пенобетонов является их пористость, определяющая перечисленные выше свойства. Потребительские свойства пенобетона зависят не только от среднего значения пористости, но и от характера распределения пор по размерам, а также от степени однородности упомянутых показателей по объему материала. Структура пенобетонов в традиционных подходах исследуется послойно визуально-измерительными методами или способами [3], основанными на анализе цифровых оптических изображений. Традиционные методы исследования структуры материалов сводятся к их послойному срезанию, потому их отличает крайне низкая производительность и искажение структуры поверхностного и приповерхностного слоя, обусловленное механическими воздействиями. В настоящее время рентгеновская вычислительная томография становится основным методом исследования структуры разнообразных материалов, в том числе бетонов и пенобетонов [4–7].

2 Экспериментальные исследования

В качестве объектов для испытаний были выбраны три образца пенобетона, изготовленные в лабораторных условиях на кафедре строительных материалов ТГАСУ. Первый образец пенобетона соответствует [8], он является контрольным и не содержит добавок. Во втором образце 20 % цемента заменено золой уноса ТЭЦ–5 г. Новосибирск [9]. Третий образец содержит термомодифицирующую торфяную добавку ТМТ 600 [10]. В процессе выполнения работы была

проведена серия экспериментов на микротомографе «Орёл-МТ» с целью оценки внутренней послойной структуры испытуемых образцов пенобетона.

Размер вокселя не превысил 77 мкм. На рис. 1 приведены типовые изображения слоев различных образцов пенобетона. На изображениях значительной плотности соответствуют светлые тона, а менее плотным фрагментам – темные оттенки.

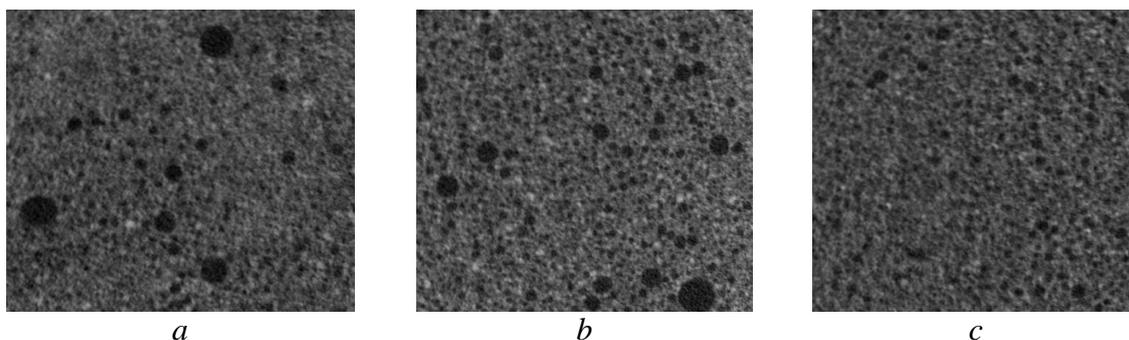


Рис. 1. Типичные изображения слоев, полученные методом РВТ:
a – образец № 1; b – образец № 2; c – образец № 3

2.1 Оценка распределения пор по размерам для образца № 1

Для исследования были выбраны 5 слоев испытанного образца № 1 пенобетона. Размеры пор оценивались программой JMicroVision 1.2.7. Интерфейс программы JMicroVision 1.2.7. и пример измерения пор представлены на рис. 2.

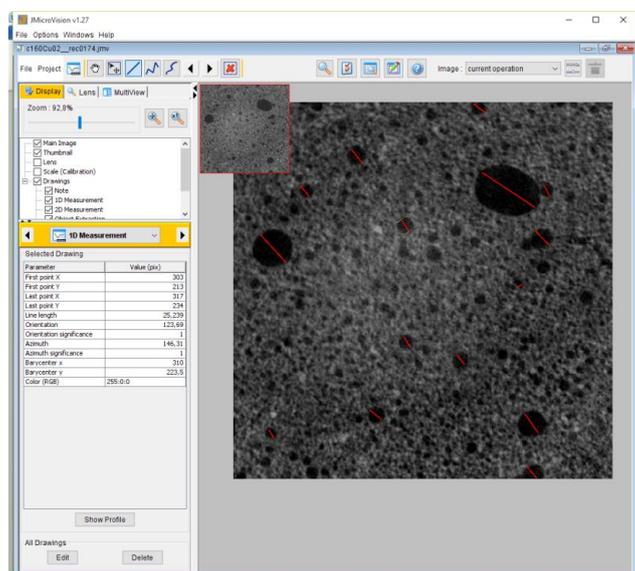


Рис.2. Интерфейс программы и пример измерения размера пор

В зависимости от размеров пор, поры были разделены на группы, и отсортированы в порядке возрастания размера поры, от минимального значения к максимальному значению. На рис. 3 приведены

распределения пор по размерам для образца пенобетона № 1 для всех пяти слоев.

Построены гистограммы распределения для всех 5 слоев, которые представлены на рис. 2.

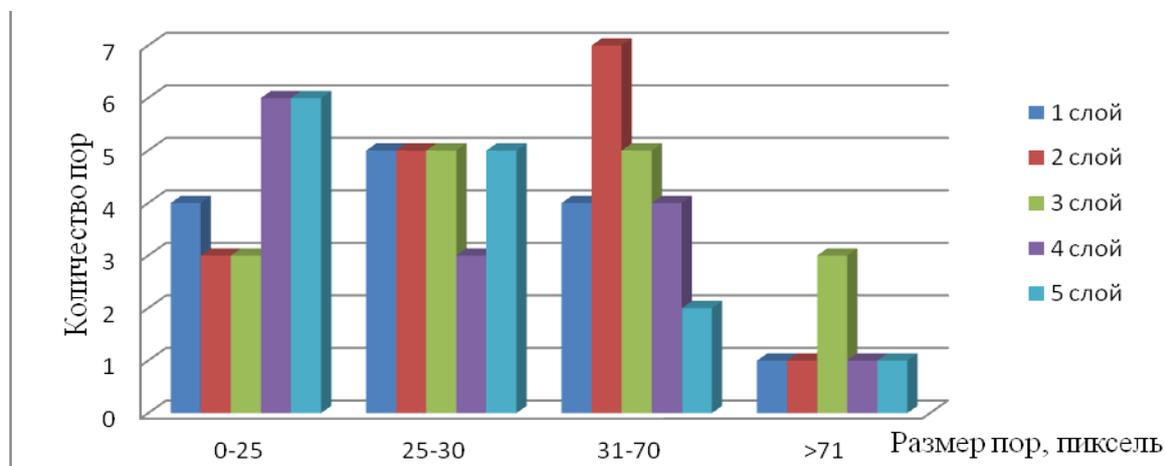


Рис. 3. Распределение пор по размерам образец 1. Слои 1–5

Из анализа данных, приведенных на рис. 3 можно сделать вывод об относительной близости распределений пор по размерам для различных слоев. Этот вывод является качественным, так как объемы анализируемых выборок незначительны.

2.2 Сравнительный анализ распределений пор по размерам для всех образцов пенобетона

Для сравнения распределений пор по размерам также использовалась программа JMicroVision 1.2.7. Объем выборки ограничивали сотней пор. Максимальный размер около 120 пикселей, что соответствует 9,2 мм. Поры размером, меньшим 15 пикселей (1,15 мм), в анализ не вовлекались. На рис. 4 приведены соответствующие гистограммы для испытанных образцов пенобетона.

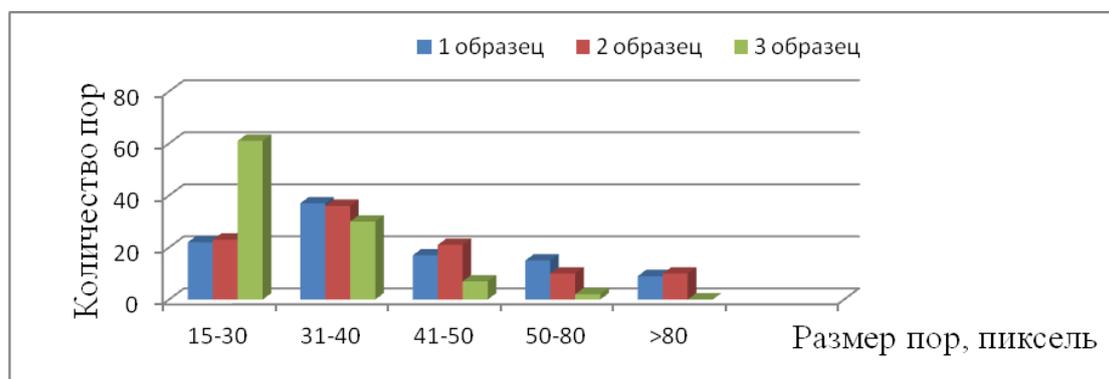


Рис. 4. Распределение пор по размерам для трех образцов

Из анализа данных, приведенных на рис. 4 можно сделать вывод о схожести распределений пор по размерам для образцов пенобетона № 1 и № 2. В третьем образце преобладают поры диаметром 2 и менее миллиметра. Это означает, что образец пенобетона, содержащий термомодифицирующую торфяную добавку ТМТ 600, выгодно отличается по структуре от других образцов пенобетона.

3 Заключение

Экспериментальные исследования структуры различных неавтоклавных пенобетонов методом рентгеновской вычислительной томографии подтвердили эффективность метода, который может быть использован на стадии отработки технологий производства пенобетонов.

Список информационных источников

1. Кудряков, А.И., Копаница, Н.О., Прищепа, И.А., Шаньгин, С.Н. Конструкционно-теплоизоляционные пенобетоны с термомодифицированной торфяной добавкой // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 1. – С. 172–177.
2. Kudyakov, A.I., Sarkisov, Ju., Kopanitsa, N.O., Kasatkina, A.V., Prischeпа, I.A. Foam concrete of increased strength with the thermomodified peat additives // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2015. – V. 71. – № 1(012012). – 7 p.
3. Hilal, A.A. On entrained pore size distribution of foamed concrete / A.A. Hial, N.H. Thom, A.R. Dawson // Construction and Building Materials. – 2015. – V. 75. – P. 227–233.
4. Wei, S., Yiqiang, C., Jones, M.R. Characterization and simulation of microstructure and thermal properties of foamed concrete // Construction and Building Materials. – 2013. – V. 47. – P. 1278–1291.
6. Peng, R., Yang, Y., Ju, Y., Mao, L., Yang, Y. Computation of fractal dimension of rock pores based on gray CT images // Chinese Science Bulletin. – 2011. – V. 56. – No. 31. – P. 3346–3357.
7. Melo, J.P., Aguilar, A.S., Olivares, F.H. Rheological properties of aerated cement pastes with fly ash, metakaolin and sepiolite additions // Construction and Building Materials. – 2014. – V. 65. – P. 566–573.
8. ГОСТ 25485-89. Бетоны ячеистые. Технические условия. — М: Изд-во стандартов, 2005. – 17 с.
9. Золы уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия: ГОСТ 25818-91. – Введ. 01.08.2001. – М.: Изд-во стандартов. – 1991. – 13 с.

10. Патент 2514069 Российская Федерация, МПК (2006.01) С04В38/10. Сырьевая смесь для приготовления пенобетона / Прищепа И.А., Кудяков А.И., Копаница Н.О., Попов И.И., Иванова А.Б. № 2012150707/03, заявл. 26.11.2012; опубл. 27.04.2014, № 12.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ БЕСКОНТАКТНОЙ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

Полторанина О.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Лежнина И.А., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

В структуре летальности внезапная сердечная смерть занимает первое место и составляет более 50 процентов от общего числа летальных исходов вследствие сердечно-сосудистых причин.[1]

В настоящее время современные телемедицинские технологии мониторинга состояния здоровья пациента реализуются главным образом в западных странах. В России, с ее территорией и плотностью населения, развитие телемедицины обусловлено самой географией страны. По данным Минздрава, не имеющие юридической силы технологии практикуют в 68 субъектах РФ уже оказываются дистанционные медицинские услуги. Минздрав объявил о разработке законопроекта, который подведет под это правовую базу.

В связи с этим существует необходимость создания прибора для своевременного обнаружения сердечно-сосудистых заболеваний. Предлагаемым вариантом решения данной проблемы является портативный электрокардиограф индивидуального применения, который позволит измерить ЭКГ в грудных и стандартных отведениях в любое время в любом месте

Чтобы детально понять достоинства и недостатки доступных в России решений был проведен обзор и анализ рынка приборов для домашнего измерения ЭКГ

Обобщая, существует два класса приборов, каждый из которых имеет один из двух ключевых недостатков, мешающих их эффективному применению: домашние кардиографы не мобильны, а значит, не могут применяться для выявления внезапных приступов; карманные кардиографы малоэффективны при диагностике ишемии и инфарктов.[2]

Идея состоит в том, чтобы разработать прибор, совмещающий в себе преимущества как карманных, так и домашних электрокардиографов.

«ЭКГ – экспресс» — это портативный прибор, предназначенный для диагностики состояния сердца без участия врача.

Таблица №1-технические характеристики «ЭКГ – экспресс»

Количество каналов:	2
Электроды:	5 грудных и 4встроенных
Диапазон частот:	0,5 Гц - 40 Гц
Входное сопротивление	1 ГОм
Частота дискретизации	500 Гц
Диапазон напряжений	3 мкВ – 2,4 В
Встроенная память:	SD Карта 2Гб
Синхронизация с ПК:	USB 2.0
Питание	AAA, 2 шт.
Масса	150 г
Габариты	116 x73x23 мм

Было проведено исследование характера изменения электрокардиографического сигнала при некоторых видах ИБС, в каждом грудном униполярном отведении (V_1 - V_6). Для удобного понимания и наглядности была составлена диагностическая карта «проявление электрокардиографические признаки некоторых видов ИБС, в грудных отведениях». Из таблицы видно, что основными электрокардиографическим признаком ИБС являются: смещение сегмента RS-T(выше или ниже изолинии), наличие патологического зубца Q .

Электроды ЭКГ относятся к числу элементов, непосредственно влияющих на достоверность кардиографического обследования пациентов, поэтому к их параметрам предъявляются высокие требования.

Существует несколько видов электрокардиографических отведений, среди них выделяют три основных вида: Стандартные (двухполюсные) отведения, Однополюсные (усиленные от конечностей), Грудные.

В клинической электрокардиографии наиболее широкое распространение получило двенадцатиканальное ЭКГ (три стандартных, три усиленных однополюсных отведения от конечностей и шесть грудных отведений)

К требованиям, предъявляемым к электродам ЭКГ, относятся:

- максимальная точность воспроизведения полезного сигнала и сохранение его частотной специфики, беспрепятственное прохождение биопотенциала через границу «кожа-электрод»;
- универсальность и взаимозаменяемость (соответствие конструктивных параметров принятым стандартам);
- постоянство электрических показателей и стабильное выполнение функций в течение всего времени эксплуатации;
- малая степень шумов и поддержание оптимального соотношения «сигнал-помеха».

В поисках идеальных электродов ЭКГ были предложены разные варианты, отличающиеся по :

- принципу работы: металлические, емкостные, резистивные, резистивно-емкостные;
- степени поляризации: неполяризующиеся, слабополяризующиеся;
- конструкции: гибкие, плавающие, игольчатые, чашечные;
- допустимости *повторного применения*: одно- и многоразовые.

Электроды, используемые для регистрации электрокардиограммы можно разделить на два типа – «влажные» электроды (требующие дополнительные смазывающие вещества для корректной работы) и «сухие» (соответственно, обходящиеся без них

«Сухие» электроды обладают следующими преимуществами:

- отсутствие необходимости электролитов на поверхности кожи или электрода;
- многоразовость (электроды могут быть выполнены из бактерицидных токопроводящих материалов, примером может быть серебро);
- отсутствие аллергических реакций и раздражений на коже. [3]

Классификация сухих электродов

В зависимости от характера сопротивления кожно-электродного контакта сухие электроды делятся на: металлические, резистивные, емкостные и резистивно-емкостные.

Резистивные и металлические электроды являются более дешевыми и доступными, но для измерения ЭКГ им требуется прямой контакт с кожей. В то же время емкостные электроды, несмотря на

достаточно высокую стоимость, позволяют измерять ЭКГ сквозь одежду, а также довольно легки в применении.

ЕРИС-датчик может быть использован, например, в качестве замены традиционной технологии «мокрого» (гелевого) электрода в кабеле пациента при снятии ЭКГ, потому что этот датчик не требует ни геля, ни других веществ, улучшающих качество контакта.[4]

Для анализа качества сигнала, полученного с использованием грудного модуля, были проведены предварительные исследования. Проводилась регистрация ЭКГ (рис. 1 - 5) у трех человек через различный материал одежды.

В результате было установлено, что регистрация с помощью емкостных электродов имеет диагностическую ценность, позволяет измерять ЭКГ через наиболее распространенные материалы одежды, а также через нанесенные рисунки на одежду.

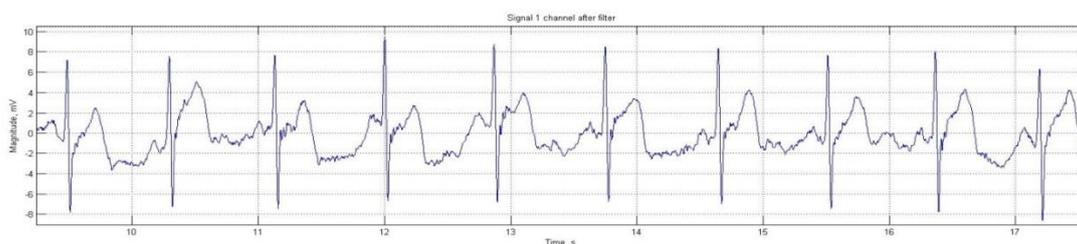


Рисунок 3 – Запись ЭКГ, полученная через футболку, материал – 100% хлопок

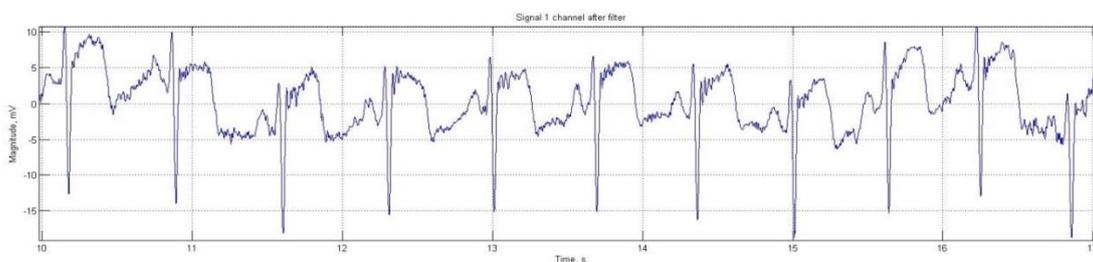


Рисунок 4 – Запись ЭКГ, полученная через футболку, материал – 50% хлопок, 50% полиэстер

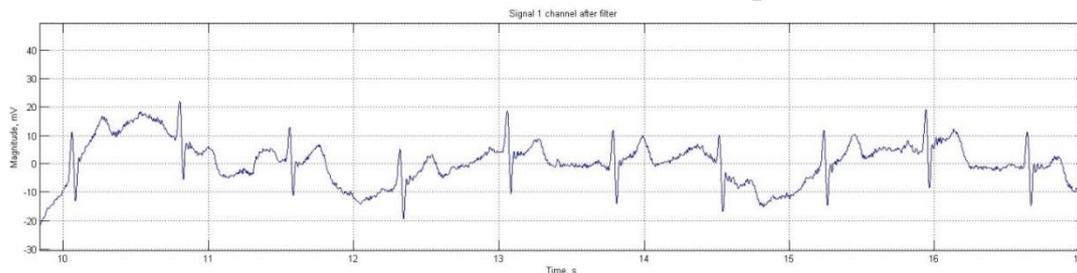


Рисунок 5 – Запись ЭКГ, полученная через тонкую кофту, материал – 45% полиэстер, 17% акрил, 33% нейлон, 5% шерсть

«Сухие» электроды подвержены дополнительным помехам, это приводит к необходимости использования дополнительных средств для улучшения качества получаемого сигнала, так же это позволит расширить возможности применения прибора в различных условиях. и открывает новую область для исследований.

Список информационных источников

1. Estes N.A. 3rd. Predicting and preventing sudden cardiac death // Circulation. – 2011. – Vol. 124, № 5. – P. 651–656.

2. Beckmann B.-M., Pfeufer A., Käb S. Inherited Cardiac Arrhythmias. Diagnosis, Treatment, and Prevention // DtschArztebl Int. – 2011. – Vol. 108, № 37. – P. 623–634.

3. Розенбаум А.Н., Никитин А.И., Супоня А.А. Средства оперативного контроля состояния обслуживающего персонала в человеко-машинных схемах ответственного назначения // Труды конференции «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения» (Москва, октябрь 2010 г.). – М.: 2010. – С. 001003–001009.

4. EPIC Ultra Low power ECG Sensor. URL: http://www.mouser.com/ds/2/613/plesseysemiconductors_PS25205B-492421.pdf (дата обращения 13.05.2015).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ОБРАЗЦОВ МАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ

Помшин Е.К., Яворович Л.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Беспалько А.А., к.ф.-м.н., в.н.с. ПНИЛ ЭДyП

Введение

Измерения, выполненные на образцах горных пород, показывают, что электромагнитное излучение является хорошим предвестником для определения максимальной прочности образцов и может быть использовано для определения состояния напряжения горного массива [1]. В основе таких исследований лежит экспериментально доказанное на образцах горных пород увеличение электромагнитной активности на этапе предразрушения, соответствующей нагрузке $0,8 - 0,9 P_{\max}$ [2]. Однако, при изменении напряженно-деформированного состояния (НДС) горных пород, как для образцов в лабораторных исследованиях,

так и для горных пород в массиве, процесс механоэлектрических преобразований происходит на всех этапах деформирования, начиная с момента зарождения микротрещин и заканчивая разрушением. В зависимости от этапа деформирования в характеристиках электромагнитного сигнала (ЭМС) присутствуют свои особенности [3].

В Томском политехническом университете [4,5] было показано, что генерация ЭМС в горных породах вызывается как эффектами, связанными с образованием микротрещин, так и с прохождением акустических волн через них, которые вызывают колебания заряженных дефектов. При этом, как будет показано ниже, влияние свойств материала при возбуждении ЭМС при помощи акустических волн подобно влиянию свойств материала на параметры ЭМС, которое возбуждается при механическом воздействии. В представленной работе возбуждение ЭМС создавалось при прохождении акустического сигнала на различных этапах напряженно-деформированного состояния образцов.

В связи с этим целью данной работы является установление влияния механических свойств образцов горных пород на параметры ЭМС, возбуждаемого детерминированным акустическим сигналом в процессе одноосного сжатия.

Методика и объекты исследований

Исследуемые образцы горных пород были отобраны на Таштагольском железорудном месторождении и представлены магнетитовой рудой. Образцы вырезались из кернового материала и имели форму цилиндра диаметром 42 мм и высотой 80 мм.

Экспериментальные исследования проводились на установке, блок-схема которой представлена на рисунке 1. Одноосное сжатие осуществляли на прессе с подвижной (1) и опорной (2) плитами, развивающими усилие до 50 тонн и встроенной силоизмерительной системой СИ (8). Аналоговый сигнал силоизмерительной системы и значения продольной деформации, возникающей в процессе сжатия образца, записывали в память компьютера (ПК) (9) с использованием специальной программы. К образцу через акустический контакт (минеральное масло) с помощью пьезоизлучателя (3) вводился детерминированный акустический сигнал. Акустический сигнал, проходя через образец, регистрировался с помощью пьезоакустического приемника (7). Электрическую составляющую ЭМС, генерируемого образцом при прохождении акустического сигнала принимали

дифференциальным емкостным датчиком ЭМД (6) (со встроенным усилителем мощности) и записывали с помощью многофункциональной платы ввода-вывода (5) для дальнейшего анализа его параметров.

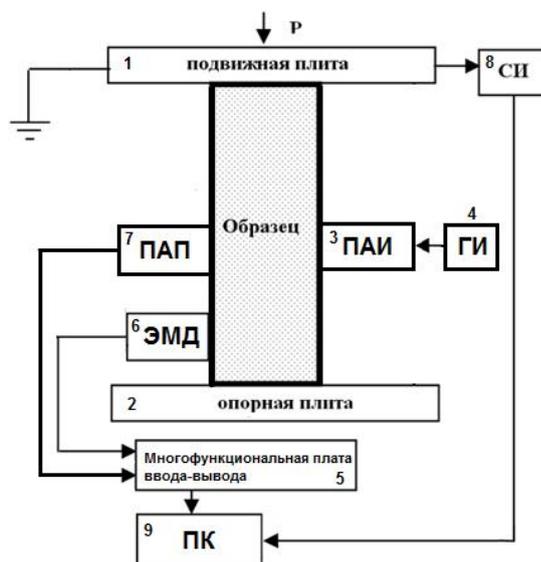


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки для регистрации ЭМС при одноосном сжатии образцов и детерминированном акустическом воздействии: 1 – подвижная плита; 2 – опорная плита; 3 – пьезоакустический излучатель; 4 – генератор высоковольтных импульсов; 5 – многофункциональная плата ввода-вывода; 6 – электромагнитный дифференциальный емкостной датчик; 7 – пьезоакустический приемник; 8 – силоизмерительная система.

Экспериментальные исследования

В процессе исследования проводилось одноосное ступенчатое сжатие образцов горной породы. Скорость нагружения между ступенями составляла 0,3 кН/с и оставалась постоянной.

На амплитуду электромагнитных откликов (ЭМО) образцов горных пород существенное влияние оказывает наличие кварца [5], обладающего пьезоэлектрическими свойствами. Проведенный рентгено-фазовый анализ исследуемых образцов магнетитовой руды показал наличие в них минералов кварца, пирита, халькопирита и кальцита. В случайно взятых для анализа пробах исследуемых образцов выявлено процентное содержание кварца и сульфидов: оно составило для образца №2 - кварца (SiO_2) 15% и сульфидов (FeS_2 и CuFeS_2) - 7%. Для образца №5 - 31% кварца и 15% сульфидов. Известно, что при наличии кварца в образцах магнетитовой руды, подвергнутых действию механических сил (акустической волны и нагружения) приводит к индуцированию электрического заряда, который и обуславливает большую амплитуду ЭМО. Чем больше содержание кварца в образце,

тем выше амплитуда ЭМО. Немаловажным является влияние эффекта поляризации электропроводящих минералов пирита и халькопирита. На рис. 2 представлена зависимость размаха амплитуды ЭМО от относительной нагрузки для трех образцов магнетитовой руды с разным содержанием магнетита, кварца и сульфидов.

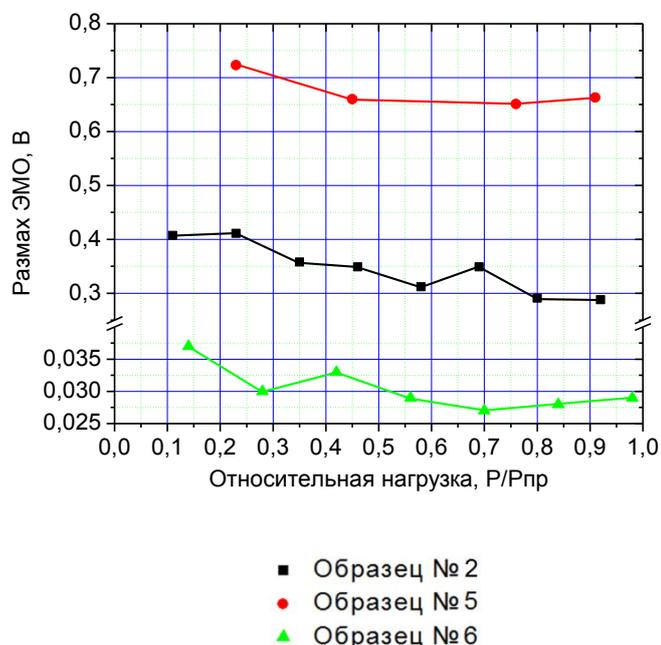


Рис. 2. Зависимость размаха амплитуды ЭМО от относительной нагрузки.

Анализируя полученный результат можно сделать вывод, что разница в амплитуде ЭМО для образцов магнетитовой руды №5 и №2 обуславливается содержанием минеральных включений кварца и сульфидов. Чем больше данных минералов содержится в образце, тем выше амплитуда ЭМО. В образце №6, имеющего в своем составе большое количество магнетита (78%) и небольшое количество кварца (1%) амплитуда ЭМО на порядок меньше, по сравнению с амплитудой ЭМО образцов №5 и №2.

Заключение

С увеличением количества содержащегося в горных породах высокопроводящего минерала, такого как магнетит, наблюдается уменьшение амплитуды аналогового электромагнитного сигнала и амплитуды электромагнитного отклика при изменении напряженно-деформированного состояния в процессе одноосного сжатия. При этом наличие в образцах магнетитовой руды минералов кварца и сульфидов способствует активному увеличению амплитуды ЭМО.

Список информационных источников

1. [Bespal'ko A.A., Surzhikov A.P., Yavorovich L.V., Fedotov P.I.](#) Controlling the structural distortions of mine-field rock masses using the parameters of mechanoelectric transformations // [Russian Journal of Nondestructive Testing](#) – 2012. – №4. – С. 221–225. DOI: 10.1134/S1061830912040043.
2. [Bespal'ko A.A., Lyukshin B.A., Utsyn G.E., Yavorovich L.V.](#) Electromagnetic Response of Layered Dielectric Structures to Pulsed Acoustical Action // [Russian Physics Journal](#) – 2015. – №4. – С. 567–573. DOI: 10.1007/s11182-015-0535-4.
3. [Bespal'ko A.A., Gol'd R.M., Yavorovich L.V., Datsko D.I.](#) Influence exerted by siltstone lamination on the electromagnetic signal parameters during acoustic excitation of samples // [Journal of Mining Science](#) – 2002. – №2. – С. 124–128. DOI: 10.1023/A:1021103219461
4. [Bespal'ko A.A., Gol'd R.M., Yavorovich L.V., Datsko D.I.](#) Excitation of electromagnetic radiation in laminated rocks under acoustic influence // [Journal of Mining Science](#) – 2003. – №2. – С. 112–117. DOI: 10.1023/B:JOMI.0000008455.54729.30.
5. [Bespal'ko A.A., Yavorovich L.V., Fedotov P.I.](#) Mechanoelectrical transformations in quartz and quartz-bearing rocks under acoustic action // [Journal of Mining Science](#) – 2007. – №5. – С. 472–476. DOI: 10.1007/s10913-007-0049-8.

ЛОКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПУТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗОВОЙ РАЗНОСТИ МЕЖДУ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ

Попков А. А.

*Сибирский государственный университет путей сообщения, г.
Новосибирск*

Научный руководитель: Бехер С. А., к.т.н., доцент кафедры «ЭДС»

Введение

Результаты акустико-эмиссионного контроля напрямую зависят от степени неопределенности локации источников акустической эмиссии. На сегодняшний день широко распространены методы локации, основывающиеся на определении времен регистрации событий акустической эмиссии разнесенными на поверхности объекта контроля преобразователями [1]. Методы имеют ограничения, вызванные влиянием неопределённости измерения времени начала импульса и

скорости его распространения на координаты источников акустической эмиссии. Методы, основанные на регистрации фазы волны в системе близкорасположенных преобразователей, расстояние между которыми меньше длины волны, в меньшей степени зависят от неопределённости скорости распространения волнового пакета [2].

Целью работы является оценка возможности использования фазовой локации близкорасположенными преобразователями источников дискретной акустической эмиссии.

Моделирование

Исследуемая модель состоит из трех пьезоэлектрических преобразователей, расположенных в вершинах равностороннего треугольника (рис. 1). С целью обеспечения однозначности результатов фазового метода локации, длина стороны треугольника ограничена длиной волны λ акустико-эмиссионного импульса. Для регистрации акустических сигналов преобразователями используются разные каналы акустико-эмиссионной системы. Модель справедлива для источников, расположенных на расстояниях существенно больших расстояния между преобразователями, поэтому кривизной фронта волны допустимо пренебречь.

В процессе распространения волны (рис. 1) на преобразователях возникает разность фаз, которая зависит от направления распространения волны. Фазы регистрируемых сигналов преобразователями 1, 2 и 3 рассчитываются по формуле $\varphi_i = \frac{2\pi}{T} t_i + \varphi_{i_0}$, где i – номер преобразователя. Разность фаз между сигналами рассчитывается по следующим формулам: $\Delta\varphi_1 = \varphi_3 - \varphi_2$; $\Delta\varphi_2 = \varphi_1 - \varphi_3$.

Для определения зависимости фазовых разностей от направления распространения волны, исследуемая модель была преобразована в геометрическую модель, представленную равносторонним треугольником (рис. 2), в котором вершины А, В, С являются координатами преобразователей акустической эмиссии 1, 2, 3 соответственно. Отрезок ВМ соответствует расстоянию между фронтами волны, зарегистрированной преобразователями акустической эмиссии 2 и 3, отрезок АН – расстоянию между фронтами волны, зарегистрированной преобразователями акустической эмиссии 3 и 1.

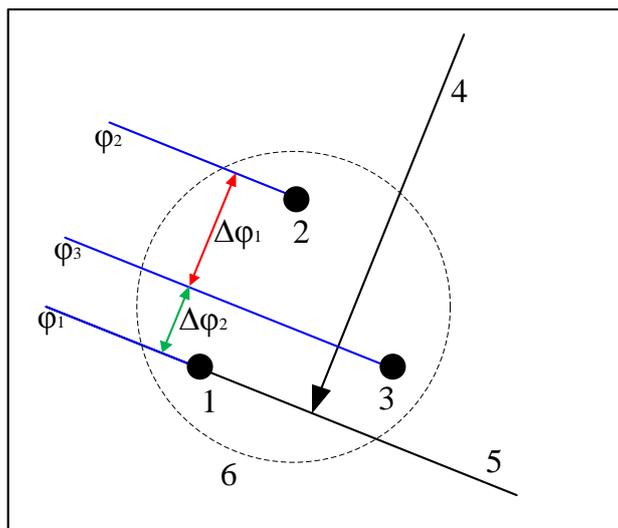


Рисунок 1 – Схема прохождения акустической волны через модель преобразователя. На рисунке цифрами обозначены: 1, 2, 3 – пьезоэлектрические преобразователи №1, №2, №3 соответственно; 4 – направление волны; 5 – фронт волны; 6 – корпус датчика; φ_1 , φ_2 , φ_3 – фаза зарегистрированной волны; $\Delta\varphi_1$, $\Delta\varphi_2$ – разность фаз.

При постоянной скорости распространения волны в контролируемом объекте можно утверждать, что для пары преобразователей акустической эмиссии отношение фазовых разностей пропорционально отношению расстояний между рассматриваемыми преобразователями, то есть $BM/AN = \varphi_1/\varphi_2$. Таким образом, окончательное выражение для угла распространения волны выглядит следующим образом:

$$\alpha = \text{arcctg} \left(\frac{2}{\sqrt{3}} \left(\frac{\varphi_1}{\varphi_2} + \frac{1}{2} \right) \right) + \pi \cdot n,$$

где α – угол между лучом распространения волны и прямой, соединяющей преобразователи №1 и №3.

Постановка эксперимента

Для проверки результатов моделирование были проведены эксперименты на стальном листе размерами 500x500x8 мм из стали СтЗпс. Сигналы регистрировались тремя преобразователями акустической эмиссии типа ПП 0,1-0,7, установленными в центр листа. Основная частота регистрируемых сигналов составляла (125 ± 5) кГц и соответствующая ей длина волны для моды волны при фазовой скорости $(5,2 \pm 0,2)$ мм/мкс составляла 41 мм. Расстояние между центрами преобразователей составляло 25 мм, что удовлетворяло условиям моделирования. Для регистрации сигналов акустической

эмиссии использовалась цифровая акустико-эмиссионная система СЦАД 16.03 (ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина», СГУПС, Новосибирск) с дискретностью отсчета аналого-цифрового преобразователя 0,5 мкс.

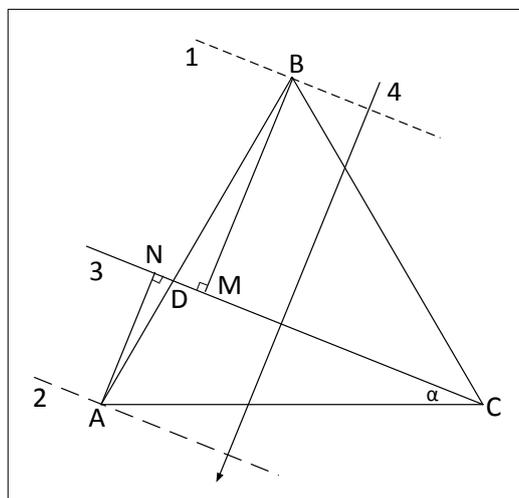


Рисунок 2 – Схема расстояний между фронтами волны. На рисунке цифрами обозначены: 1, 2, 3 – фронты волны, зарегистрированной на ПЭП №1, ПЭП №2, ПЭП №3 соответственно; 4 – направление распространения волны.

Акустико-эмиссионные импульсы возбуждались источником Су-Нильсена. Воздействие производилось в удаленной от преобразователей на 200 мм точке на луче, который расположен под углом $\alpha = (70 \pm 5)^\circ$ относительно прямой, соединяющей датчики №1 и №3.

Для определения степени подобия исследуемых сигналов с целью выявления фазовой задержки использовалась формула корреляции Пирсона:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_{i-\Delta n} - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 (y_{i-\Delta n} - \bar{y})^2}}$$

где x_i и y_i – амплитуды исходного и сдвигаемого сигналов акустической эмиссии с номером измерения АЦП i , Δn – сдвиг сигнала x относительно y , n – количество измерений на рассматриваемом интервале. Сигналы акустической эмиссии на соседних датчиках похожи по своей форме, но сдвинуты по фазе. Добавив поправку на разность фаз сигналов, можно добиться высокой степени подобия исследуемых сигналов на ограниченном интервале сравнения. Критерием степени подобия служит коэффициент корреляции [3].

Основные выводы

Для рассчитанной модели фазовой локации с использованием близкорасположенных преобразователей угол распространения волны пропорционален отношению фазовых разностей между преобразователями и не зависит от скорости распространения и частоты волны. Применение фазовой локации источников акустической эмиссии близкорасположенными относительно длины волны преобразователями позволяет определить направления источника акустической эмиссии. В результате экспериментальных исследований для разработанной модели удалось определить направление источника акустической эмиссии с абсолютной погрешностью в $6,5^\circ$.

Переотражения волн от находящихся в непосредственной близости к преобразователю акустической эмиссии границ контролируемого объекта затрудняет корректное определение задержек. Так же влияние на точность определения направления оказывает расстояние между преобразователями.

Список информационных источников

1. Степанова Л.Н., Лебедев Е.Ю., Кабанов С.И., Канифадин К.В., Рамазанов И.С., Бехер С.А. Акустико-эмиссионный контроль качества сварного шва в процессе остывания // Контроль. Диагностика. – 2009. – №3. – С.61–67
2. Степанова Л.Н., Бехер С.А., Тенитилов Е.С. Методика определения координат дефектов при акустико-эмиссионном контроле свободных колец подшипников // Контроль. Диагностика. – 2010. – №4. – С.61–65
3. Попков А. А. Применение корреляционных методов анализа акустико-эмиссионных сигналов при контроле литых деталей сложной формы // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность. Сборник трудов V Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2015. – С.130–134.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ

Поугарт В.Р.

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Редько Л.А., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Управление рисками – это сложный многоступенчатый процесс идентификации, оценки, управления, мониторинга и контроля над рисками, а так же является основным инструментом в деятельности организации. Это связано с тем, что фактор риска возникает в различных сферах и своевременное выявление, анализ и принятие соответствующего решения о способе управления тем или иным риском, позволяет организации избежать кризисных явлений и тем самым является как защитным механизмом, так и фактором успеха компании.

Повышенный интерес к внедрению системы управления рисками обусловлен следующими факторами:

- постоянно изменяющимися требованиями потребителей;
- необходимостью политической, экономической, социальной технической интеграции стран, систем, организаций;
- необходимостью принятия решения в непредсказуемых, динамично развивающихся условиях;
- требованиями государственных надзорных органов, связанных с опасными ситуациями.

Управление рисками, как и всякая управленческая деятельность, имеет свою последовательность действий. Исследование процесса управление рисками начинается с идентификации рисков. Выявление рисков, как правило, осуществляется путем сбора статистических данных, анализа документов, проведения интервью или письменных опросов экспертов. После того как все риски идентифицированы, производится оценка величины каждого риска. Она заключается в определении вероятности появления отдельного риска и значимость последствий в случае его возникновения. На основании полученной информации руководитель организации принимает решения относительно подходов к управления рисками.

В работе для идентификации и оценки рисков был использован метод «матрица последствий и вероятностей», т.к. он имеет высокую доступность входных данных и применимость выходных данных, а так же удобен для анализа и наглядности результатов. В процессе работы

была разработана «Методика определения рисков в области качества», состоящая из карты оценки рисков в области качества (табл.1), значений показателей вероятности появления риска, значений значимости последствий риска и категорий риска. Показатели вероятности «O» и тяжести последствий «S» риска по каждой из причин устанавливаются, исходя из оценки текущей ситуации, по пятибалльной шкале.

Таблица 2. Карта оценки рисков в области качества

Риск	Причины появления риска	O (оценка вероятности появления данного вида риска)	S (оценка значимости последствий данного вида риска при возможной его реализации)	R (приоритетное число риска) $R = O \times S$	Мероприятия по снижению или устранению риска	Срок и ответственный исполнитель	Мониторинг результатов (Повторная оценка рисков)		
							O	S	$R = O \times S$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Для анализа рисков организации было выбрано два процесса: «Управление ресурсами», в котором участвуют пять подразделений и процесс «Закупки», в котором участвует два подразделения. После проведения интервьюирования с сотрудниками каждого подразделения, было построено семь карт оценки рисков. Ниже представлен пример оценки рисков в области качества отдела информационных технологий, который является участником процесса «Управление ресурсами».

Пример оценки рисков в области качества отдела информационных технологий:

1. Определение экспертной группой видов рисков и их причин.

Было определено, что для отдела информационных технологий основными причинами риска «Отсутствие оперативного получения информации» являются:

- выход из строя оборудования;
- сбой программного обеспечения.

2. Экспертная группа установила, исходя из оценки текущей ситуации, по пятибалльной шкале показателей вероятности риска «O» и тяжести последствий риска «S».

Используя таблицы значений показателей вероятности появления риска и значимости последствий риска данной методики, экспертная группа выбрала значения показателей «O» и «S» рисков для отдела

информационных технологий. Путем перемножения показателей O и S, получили значение риска R для каждой причины риска.

Таблица 2. Пример причин рисков и результатов их оценки для

№	Причины риска	O	S	R
1	Выход из строя оборудования	1	4	4
2	Сбой программного обеспечения	1	3	3

3. Были разработаны мероприятия по снижению, ограничению или устранению рисков.

Таблица 3. Мероприятия по снижению уровня риска

№	Причины риска	R	Мероприятия по снижению уровня риска
1	Выход из строя оборудования	4	Замена оборудования
2	Сбой программного обеспечения	3	Отладка программ/ исправление ошибок; Копирование базы данных

4. Все полученные данные вносятся в карту рисков.

Риск	Причины появления риска	O	S	R= O× S	Мероприятия по снижению или устранению риска	Срок и ответственный исполнитель
1. Отсутствие оперативного получения информации	Выход из строя оборудования	1	4	4	Замена оборудования	Начальник ОИТ Постоянно
	Сбой программного обеспечения	1	3	3	Отладка программ/ исправление ошибок	
					Копирование базы данных	

После анализа составленных карт рисков можно сделать вывод, что основными рисками для организации являются:

- изготовление дефектного изделия/детали;
- невыполнение производственного плана в срок.

Основные причины данных рисков:

- несоблюдение технологии производства;
- некомпетентность персонала;
- ошибки в технологической и конструкторской документации;
- отсутствие/несоответствие необходимого технологического оборудования;

- отсутствие/несоответствие средств испытаний и средств измерений;

- поступление некачественных ПКИ и материалов от Поставщиков.

Для организации процесса управления рисками в системе качества был разработан стандарт организации «Методика идентификации и оценки рисков в области менеджмента качества».

Основные разделы разработанного СТО следующие:

- область применения;

- нормативные ссылки;

- термины, определения, сокращения;

- общие положения;

- организация и проведение идентификации и оценки рисков в области качества;

- основные риски и мероприятия по снижению;

- записи.

В приложении СТО приведены: алгоритм идентификации и анализа рисков, методы идентификации рисков, форма карты оценки рисков в области качества и пример оценки рисков в области качества.

Список информационных источников

1. Воробьев С.Н. Управление рисками в предпринимательстве/ С.Н. Воробьев, К.В. Балдин. – М.: Дашков и К, 2013.

2. Розенталь О. Риск – менеджмент на основе оценки соответствия// Стандарты и качество. – 2010. - №1.

3. Чичкина С. Управление рисками: дорого, но необходимо// Стандарты и качество. – 2012. - №5.

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРЕВА ПОЛИМЕРОВ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ

Пронина А.Е.

Томский политехнический университет

Научный руководитель: Назаренко О.Б., д.т.н., профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности

В современном мире уже многие годы наряду с натуральными материалами используются полимерные материалы. Например, для изготовления изделий хозяйственного назначения, автомобильных и электронных компонентов, упаковки, спорттоваров; для пленок и

листов, половых покрытий и внутренней отделки потолков и стен, строительных конструкций (оргстекло, стеклопластики, пенопласты и пр.); в качестве погонажных изделий (трубы, оконные профили, плинтусы, поручни, наличники и пр.); как соединительные полимерные материалы (мастика, клей), лаки и краски.

Такое повсеместное использование полимерных материалов требует тщательного изучения их пожароопасных характеристик, так как основным недостатком полимеров, ограничивающим область их применения, является их пожарная опасность. При сгорании полимерных материалов выделяется большое количество токсичных газов, пагубно действующих на человека и окружающую среду. Гибель людей при пожаре в половине случаев определяется именно отравлением токсичными продуктами горения полимеров.

Таким образом, актуальность выбранной мной темы обуславливается необходимостью изучения и снижения пожароопасности полимерных материалов. Анализ процесса горения, позволяет понять и возможные пути снижения горючести полимерного материала.

Пожароопасность полимера характеризуется множеством факторов, такими как: дымовыделение, горючесть, токсичность, огнестойкость. Все эти факторы являются следствием протекания физических и химических процессов внутри полимера, например, процессов кинетики его деструкции.

Существует множество способов понижения горючести полимеров. Введение в полимер инертных наполнителей – один из способов снижения горючести полимерного материала. Под инертными наполнителями понимают такие, которые не оказывают существенного влияния на состав и количество продуктов пиролиза полимеров в газовой фазе и величину коксового остатка в условиях горения.

Целью данного исследования влияния скорости нагрева на параметры термоокислительной деструкции чистого полимерного образца и наполненного полимерного образца.

Для получения образцов эпоксидных полимеров была использована эпоксидная смола ЭД-20, отвержденная с помощью полиэтиленполиамина (образец Е-01). В качестве наполнителя при получении эпоксидных композитов использовали микродисперсный порошок борной кислоты с концентрацией 10 мас. % (образец Е-02).

Кинетика и параметры термоокислительной деструкции полученных образцов были исследованы с использованием термогравиметрического метода (ТГ) и дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК). Термоокислительную деструкцию исследовали в

режиме линейного нагрева со скоростями 10, 20 и 30 °С/мин в атмосфере воздуха в диапазоне температур 20–900 °С с помощью совмещенного термоанализатора ТГА/ДСК/ДТА SDT Q600.

По результатам термического анализа определяли следующие параметры термоокислительной деструкции: температуру, соответствующую потере массы 5, 50 и 90 %, температуры, соответствующие максимумам тепловых эффектов на зависимости ДСК. Результаты представлены на рис. 1 и в таблице 1.

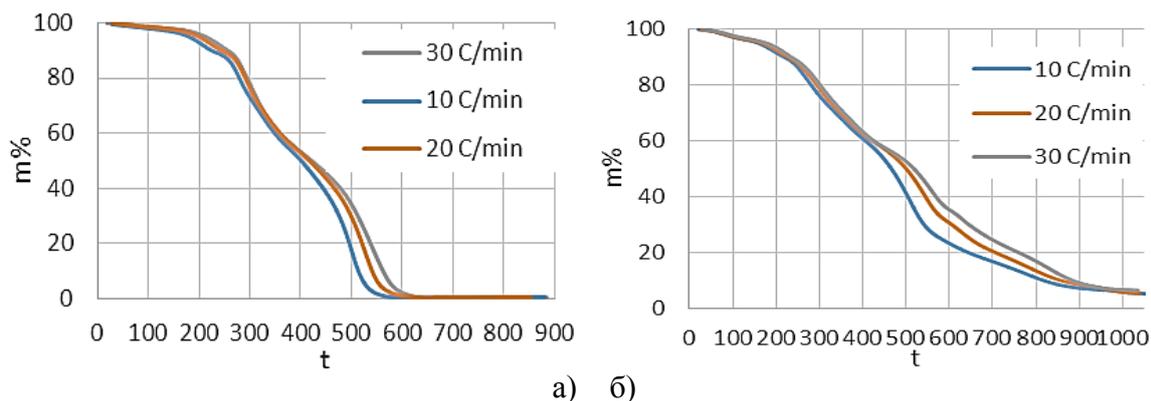


Рис. 1. Термогравиметрические зависимости образцов: а) Е – 01; б) Е – 02

Таблица 1. Значения температур, соответствующих фиксированной потере массы

Образец	v, град./мин	T _{5%} , °С	T _{50%} , °С	T _{90%} , °С
Е - 01	10	182	402	514
	20	201	418	541
	30	213	422	562
Е - 02	10	159	466	817
	20	168	501	856
	30	178	518	883

По приведенным в таблице 1 данным видно, что с повышением скорости нагрева температура фиксированной потери масс растет, за исключением T_{5%}. Также стоит отметить, что температуры наполненного образца – полимерного композита аналогично увеличиваются с повышением скорости нагрева, однако, очевидно, что значения этих температур значительно выше, нежели значения температур чистого эпоксидного образца.

В таблице 2 представлены величины максимальных температур тепловых эффектов и соответствующие им значения удельных тепловых эффектов. Результаты свидетельствуют о том, что при

увеличении скорости нагрева температуры, соответствующие максимумам тепловых эффектов, также увеличиваются.

Таблица 2. Параметры термоокислительной деструкции эпоксидных композитов

Образец	v, град./мин	Стадия 1		Стадия 2		Стадия 3		Стадия 4	
		T _{макс1} , °C	ΔH ₁ , мВт/мг	T _{макс2} , °C	ΔH ₂ , мВт/мг	T _{макс3} , °C	ΔH ₃ , мВт/мг	T _{макс4} , °C	ΔH ₄ , мВт/мг
E - 01	10	274	5,67	424	6,45	500	11,32	606	–
	20	294	10,34	434	–	523	21,02	636	–
	30	307	13,52	442	–	542	25,57	644	–
E - 02	10	274	2,83	436	–	502	6,39	798	0,78
	20	294	5,51	445	–	540	12,48	799	4,51
	30	306	7,25	457	–	560	15,42	837	9,12

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что при оценке пожароопасных характеристик полимерных материалов методом термического анализа следует учитывать такой параметр как скорость нагрева образцов при проведении исследований.

Список информационных источников

1. Чернин И.З., Смахов Ф.М., Жердев Ю.В. Эпоксидные полимеры и композиции. – М.: Химия, 1982. – 232 с.
2. Щеглов П.П., Иванников В.Л. Пожароопасность полимерных материалов. Москва: Стройиздат, 1992. – 110с.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ДЕФЕКТОВ В ОБРАЗЦАХ ДЛЯ СДАЧИ ПРАКТИЧЕСКОГО ЭЗАМЕНА ПО МЕТОДАМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Проничев Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Калиниченко Н.П., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

В настоящее время, с растущими требованиями, к качеству, надежности, безопасности на производстве, на специалистов неразрушающего контроля возложена большая ответственность. Из-за огромного разнообразия дефектов, которые все чаще встречаются на производстве, специалисты неразрушающего контроля, проходят

тщательную подготовку и сдают сертификационные экзамены в аттестационных центрах по неразрушающему контролю.

Дефекты, обнаруживаемые специалистами на тестовых образцах, должны содержать естественные несплошности определенного типа, которые встречаются в ходе реального производства. Когда такой образец, с размером и типом дефекта недоступен, то в таком случае используются изготовленные образцы с искусственными дефектами. Характеристики дефектов, такие как место, размер, форма, тип и ориентация дефекта в тестируемом экземпляре, могут быть определены различными методами неразрушающего контроля. Например, в ультразвуковом контроле, это ультразвуковой сигнал, отраженный от дефекта, в капиллярном контроле – индикаторный след, в магнитопорошковом контроле – частички магнитной суспензии в местах дефектов и т.п.

Исходя из поставленной проблемы, актуальнее всего для аттестации специалистов применять образцы с искусственными дефектами. Практикуясь на образцах с искусственными дефектами специалисты НК приобретают высокую степень уверенности в своих силах, что в свою очередь, подразумевает более надежное подтверждение практических умений в дальнейшем во время обучения, сертификационных экзаменов, непосредственно на производстве.

В данной статье рассмотрено несколько методов по разработке и исследованию искусственных дефектов, и расшифрован контрольный образец по капиллярной дефектоскопии.

Способы создания искусственных дефектов в ультразвуковом контроле

1. Для разработки дефекта (несплошности) используется материал «платик». Данный материал изготавливают из той же партии электродов, которыми должен завариваться сварной шов. Полученный материал устанавливают на кромку детали и обваривают. Толщину платика выбирают, исходя из условия, чтобы при данной технологии сварки не произошло его проплавление. После обварки платика заваривают сварной шов. Размеры платика и будут определять размеры несплошности (в данном случае плоская несплошность типа несплавления).

2. Искусственный дефект (трещина) может быть получен следующим образом. Пластина, в которой выполнена разделка под сварку заваривается частично. Затем в наплавленном металле делают концентратор напряжений и приложением механически и циклически

меняющейся нагрузки выращивают трещину усталости нужного размера. После этого сварной шов заваривается полностью.

Способ создания дефектов для капиллярной дефектоскопии

Для создания искусственных дефектов в образцах используется участок трубопровода, на котором выполнена разделка под сварку. Полученное углубление (паз) заваривается аргонодуговой сваркой с добавлением в сварной шов кусочков медного провода. В процессе сварки происходит несплавление металла и образуются поверхностные дефекты.

Для выявления полученных дефектов, на образцах была проведена капиллярная дефектоскопия. В результате эксперимента проявились дефекты типа – поры. Данные дефекты были расшифрованы согласно ГОСТ 18442-80, ширина раскрытия дефекта определяется по X координате, а высота по Y. Полученные результаты приведены на рисунке 1 и в таблице 1.

Таблица 1. Размеры проявившихся дефектов в образце под № 107

№ дефекта	Тип индикации	Координаты дефекта, мм				Размеры X/Y
		Xн	Xк	Yн	Yк	
1	ПА 1,5 ○	7,5	9	71	72	1,5
2	ПА 0,71 ○	21,5	22	70	70,7	0,71
3	ПА 3,3	72	75,3	71	72	3,3
4	ПА 1 ○	76,5	77	72	72,5	1

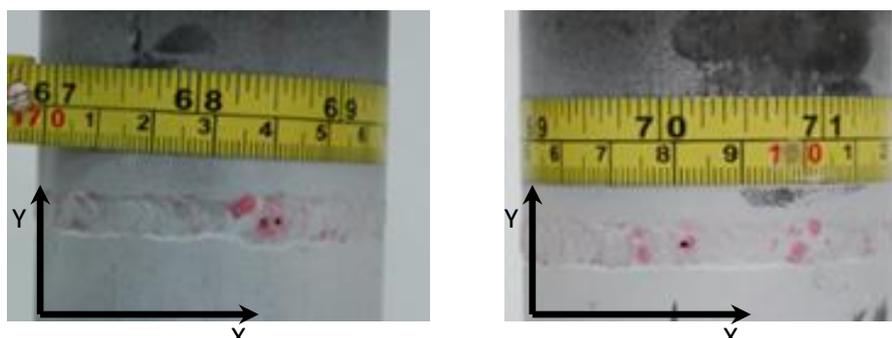


Рис. 1 Фотографии с дефектами. Образец № 107

В данной статье были рассмотрены способы изготовления искусственных дефектов в образцах для ультразвуковой и капиллярной

дефектоскопии. Также были разработаны паспорта образцов по капиллярной дефектоскопии.

Список информационных источников

1.Способ изготовления искусственных дефектов. Авторы изобретения Я.Ф. Аникеев, В.А. Чиж, И.В.Свистунов. М.Ф.Зиновьев, В.В Чуб и З.А.Диденко. Патентное исследование № «SU» 881608 (заявка 2859018, опубл. 26.12.1981 г.).

2. Тест-образец для неразрушающего контроля. Авторы изобретения Махутов Н.А., Тутнов А.А., Гетман А.Ф., Ловчев В.Н., Зубченко А.С. Патентное исследование № «RU 2243548» (опубл. 27.12.2004 г.).

3.Бабаджанов Л.С., Бабаджанова М.Л. Меры и образцы в области неразрушающего контроля. – М.:ФГУП «Стандартинформ», 2007. – 208с.

4.Guidebook for the Fabrication of Non-Destructive testing (NDT) Test Specimens, IAEA, Vienna, 2001. – 8с.

5.ГОСТ 18442-80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЕКТОВ «ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ РОСАТОМ»

Пучихина А.А.

Научный руководитель: Плотникова И.В., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

В наше непростое время, время инноваций и перемен, необходимо просчитывать все шаги управления, а особенно управление рисками. Глобализация рынка, ужесточение конкуренции, так же базы данных и информационные потоки становятся доступнее с каждым днем, все это служит возникновению новых рисков. Не на всех российский предприятиях существует система риск-менеджмента, из-за этого они несут огромные потери. Мы не можем контролировать все риски, и конечно же мы не можем исключить их полностью, но возможность их минимизации существует.

Риск невозможно исключить! Но зная и пользуясь основными методами и способами решения тех или иных задач, можно добиться ощутимого успеха в минимизации рисков.

В преддверии выхода новой версии стандарта ISO 9001–2015, тема управления рисками в СМК становится все более актуальной, т. к. стандарт ISO 9001–2015 будет содержать следующие требования и указания [1]:

- Управление процессами и системой в целом должно быть с ориентацией на «мышление, основанное на оценке рисков» (п. 0.3);

- Организация должна установить риски и возможности, а так же спланировать и выполнять в отношении них соответствующие действия (п. 4.4);

- Высшее руководство должно демонстрировать лидерство и обязательства в отношении ориентации на потребителя, гарантируя, что риски и потенциальные возможности, которые могут влиять на соответствие продукции и услуг, а также на способность повышать удовлетворенность потребителя, определяются и по ним предпринимаются действия (п. 5.1.2);

- Определить риски и потенциальные возможности при планировании СМК (п. 6.1);

- Анализ менеджмента должен планироваться и осуществляться с учетом результативности предпринятых действий для обработки рисков и реализации возможностей (п. 9.3).

В связи с этим организации с функционирующей системой менеджмента качества начинают активные работы по организации и внедрению процесса «Управления рисками процессов СМК» в деятельность, для описания рисков в своей деятельности.

В работе будут рассмотрено управление рисками проектов «Производственной системы Росатома» на основе нового выпуска стандарта ISO 9001 и ISO 31000.

Актуальность работы: оценка рисков при создании проектов в акционерном обществе "Институт реакторных материалов".

Любой риск характеризуется следующими факторами:

- Событием, которое может произойти, а может и не произойти (мы наверняка не знаем), но которое будет иметь определенное влияние на нашу деятельность.

- Вероятностью этого события, то есть мерой неопределенности.

- Влиянием, которое событие, в случае если оно наступит, окажет на нашу деятельность и

- Точкой уязвимости, то есть "слабым местом", которое способствует тому, что рисковое событие может наступить.

Другими словами, риск определяют как событие, которое может произойти (с некоторой вероятностью), и, если произойдет, то приведет

к отклонению "факта" от "плана" (то есть окажет какое-то влияние на нашу жизнь, проект, бизнес, процесс и т.д.) [3].

Как же организовать процесс управления рисками в организации? Чтобы начать деятельность по управления рисками, необходимо создание процедуры управления рисками процессов СМК, в которой необходимо отразить:

1. Определить руководителей, ответственных за управление рисками в каждом процессе СМК.

2. Определить временные промежутки плановых и внеплановых оценок рисков.

3. Методы, способы и источники для идентификации рисков процессов СМК.

4. Способ для определения вероятности риска, уровня ущерба и уровня риска. Уровень риска зачастую вычисляется как произведение вероятности на уровень ущерба.

После проведения оценки рисков необходимо разработать мероприятия по снижению уровня риска, требуемые для этого ресурсы и ответственных. [3] Реализованные мероприятия подлежат анализу для оценки их эффективности. Вся процедура оценки рисков подлежит документированию. Документирование включает в себя оформления паспорта риска по каждому процессу СМК.

Для внедрения процесса управления рисками проектов необходимо создать стандарт предприятия. Рассмотрим предприятие - акционерное общество "Институт реакторных материалов" (АО «ИРМ»).

АО «ИРМ» — атомный центр Урала материаловедческого профиля. Институт начал свою деятельность в 1966 году — в апреле этого года был осуществлен физический пуск реактора ИВВ-2.

Основные направления деятельности АО «ИРМ»:

- проведение реакторных испытаний материалов и конструкций ядерных энергетических установок в стационарных и маневренных режимах;
- проведение предреакторных и послереакторных материаловедческих исследований по определению служебных свойств материалов элементов и конструкций активных зон ядерных и термоядерных установок;
- проведение исследований по физике твердого тела;
- проведение аналитических исследований с использованием ядерно-физических методов;
- производство радиоактивных изотопов.

Для того, что бы создать стандарт были рассмотрены все актуальные проекты и выявлены примерные риски и намечены пути их решения. Проекты создаются в основном в таких отделах, как: конструкторский отдел, исследовательский реактор, корпус защитных камер, производство изотопов и экспериментально-механический цех.

Конструкторский отдел имеет лицензию на право проведения разработок для объектов атомной энергетики.

В отделе осуществляется разработка:

- экспериментальных устройств для проведения реакторных испытаний и расчетное обоснование их безопасной эксплуатации в реакторе;
- стенов для реакторных испытаний и послереакторных исследований;
- оборудования для производства изотопов, чистых и особо чистых материалов.

Исследовательский реактор ИВВ-2М. ИВВ-2М — исследовательский водо-водяной ядерный реактор бассейнового типа с номинальной мощностью 15 МВт.

Материаловедческий комплекс с защитными камерами.

Оборудование, размещенное в корпусе, позволяет проводить:

- первичные неразрушающие исследования;
- разборку изделий и вырезку образцов для разрушающих материаловедческих исследований;
- определение массы и плотности;
- металлографические исследования;
- различные виды механических испытаний в диапазоне температур от 77 до 1400 К;
- определение характеристик упругости, электросопротивления, коэффициента термического расширения;
- дезинтеграцию твэлов;
- электронно-микроскопические исследования и микрорентгеноспектральный анализ;
- рентгеноструктурные и массопетрические исследования;
- определение теплоёмкости и теплопроводности материалов;
- исследования коррозии и изучение электрохимических свойств.

Корпус имеет возможности приемки транспортных контейнеров и перегрузки из них изделий в защитные камеры. Освоена технология перегрузки облученных в жидком азоте образцов из транспортных средств в экспериментальные установки без отогрева.

Производство изотопов. АО «ИРМ» производит углерод-14 и препараты на его основе. Данная продукция используется как непосредственно в ядерной медицине, так и фармакологии при создании и тестировании новых фармацевтических субстанций, где роль этого изотопа трудно переоценить.

Экспериментально-механический цех имеет техническую и технологическую базу для:

- изготовления экспериментальных устройств и оборудования;
- ремонта и модернизации стендов для реакторных испытаний и послереакторных исследований;
- изготовления опытных образцов новой техники.

Для упрощения работы со стандартом, в нем будут представлены примеры методов выявления и оценки рисков.

Благодаря данному стандарту риски возможные в проектах будут минимизированы.

Список информационных источников

1. Проект международного стандарта ISO/DIS 9001:2014 Системы менеджмента качества [электронный ресурс] — Режим доступа: [http://pqm-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso_dis_9001-2015_\(Rus\).pdf](http://pqm-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso_dis_9001-2015_(Rus).pdf) — (дата обращения 16.04.2015)

2. ГОСТ Р ИСО 31000–2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство»— М.: Стандартинформ, 2012. — 19 с.

3. Риски в системе менеджмента качества — актуальная проблема [электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.iksystems.ru/articles.php?id=545> (дата обращения 15.05.2015).

4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Методы оценки риска — М.: Стандартинформ, 2012.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕГЛАМЕНТАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В КОМПАНИИ

Рабенко Е. Б.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Янушевская М.Н., ст. преподаватель кафедры физических методов и приборов контроля качества

Многие проблемы современных организаций может решить использование процессно-ориентированного подхода и инструментов

управления бизнес-процессами. Процессный подход на сегодняшний момент является достаточно известной концепцией, позволяющей навести порядок в компании и настроить механизм улучшения процессов.

Одним из современных инструментов повышения эффективности систем управления является регламентация бизнес-процессов. Регламентация процессов обычно рассматривается как проект, имеющий определенную цель и выделенные ресурсы (персонал, время, финансовые ресурсы).

Для достижения успеха необходимо учесть опыт проектов по описанию и регламентации бизнес-процессов. Наиболее эффективной формой реализации проекта по описанию и регламентации бизнес-процессов является следующая оргструктура:

1) Рабочие группы (сотрудники компании) занимаются разработкой схем и регламентов процессов.

2) Руководитель проекта (внешний консультант) отвечает за планирование, обучение и координацию рабочих групп.

3) Аналитики проекта (внешние консультанты) занимаются методическим обеспечением рабочих групп и выработкой направлений оптимизации.

Важным фактором является квалификация и опыт руководителя проекта и внешних аналитиков, но основным условием успеха проекта по описанию и регламентации бизнес-процессов является получение поддержки от первого лица в компании.

Описание бизнес-процессов требует больших временных затрат и вдумчивого подхода к анализу процессов. Процессы можно описывать, используя различные программные продукты: BPWin, ARIS, MS Visio и другие. Готовые схемы должны отражать сущность процессов и быть понятны для пользователя.

При регламентации бизнес-процесса обязательно следует учитывать основные элементы бизнес-процесса:

- деятельность по управлению процессом;
- входы и выходы процесса, требования к ним;
- операции, их взаимосвязь и технологию выполнения;
- ресурсы (материальные, информационные, человеческие).

Состав подпроцессов (операций) процесса может быть описан простым перечнем или таблицей, а также могут быть описаны связи между ними, в виде графической схемы.

Существуют потенциальные риски, возможные негативные стороны регламентации. Каждый из этих «минусов» может рассматриваться в качестве риска неэффективного внедрения системы

регламентации бизнес-процессов. Рассмотрим последовательно каждый такой риск.

1) Регламентация влечет за собой значительные затраты. Но потери от плохо налаженного взаимодействия, отсутствия четкого порядка выполнения ключевых процессов, существенно превышают затраты на регламентацию.

Наличие продуманного плана регламентации, привлечение квалифицированных экспертов, активное вовлечение руководителей и специалистов в проект дают возможность более эффективно использовать средства, выделяемые на регламентацию.

2) Выполнение процессов по установленному регламенту ведет к снижению инициативы и творчества. Необходимо продумать разработки предложений по совершенствованию деятельности, где и будет применяться творческий потенциал работников.

3) Если существует сложившаяся команда руководителей, то регламентация может привести к изменениям в их работе. При отсутствии регламентации пути их работы не формализованы и не всегда соответствуют целям собственников организации. Регламентация помогает повысить эффективность командной работы за счет того, что «правила игры» становятся однозначными, доступными и понятными всем ее участникам. Однако необходимо исключить чрезмерное усложнение механизмов взаимодействия между сотрудниками. Руководитель проекта (внешний консультант) отвечает за планирование, обучение и координирует деятельность рабочих групп. Аналитики проекта (внешние консультанты) занимаются методическим обеспечением рабочих групп и выработкой направлений оптимизации.

4) Сотрудники будут тратить часть своего рабочего времени на написание регламентов, что снизит производительность труда и периодически обращаться к регламентам, проверяя соответствие выполняемой работы установленным требованиям.

Руководитель обязан организовать работу так, чтобы ему и его подчиненным хватило времени на работу с регламентами, к тому же, ему за это платят. Дефицит времени руководителя связан с неупорядоченностью управляемой деятельности, например, сотрудники постоянно обращаются к руководителю с мелкими вопросами).

5) Появление «забюрократизированных» регламентов, что связано со слишком формальной постановкой задачи регламентации и поверхностной оценкой полученных результатов руководителями, недостаточным выделением ресурсов.

б) Возможность «итальянской» забастовки, когда сотрудники начинают работать в строгом соответствии с требованиями регламентов, которые являются формальными и неудобными. Такая ситуация, например, может сложиться в крупной организации после проведения ряда проверок и показательного увольнения нескольких сотрудников.

8) Существует риск утечки информации путем передачи регламентирующих документов в другую организацию, например, чертежей, технологических документов, рецептур. Что касается нормативно-методических документов, то эффективно использовать их в другой компании не получится в силу того, что организации имеют разные организационную структуру, численность и квалификацию сотрудников и т.п. Кроме того, системы информационной безопасности достаточно надежно охраняют информацию от утечки.

В любом случае, перед началом проекта необходимо оценить его риски и выявить меры по их предотвращению.

Отметим, что существуют и явные положительные стороны регламентации. Основные «плюсы» подробно описаны ниже.

1) Различные субъективные мнения сотрудников по порядку выполнения процесса заменяются формализованными и объективно контролируемые требованиями. Сотрудникам становится более комфортно работать – они знают, что и когда от них может потребовать руководитель. У них есть информация, как в соответствии с требованиями организации выполнять работу.

2) Регламентация процесса позволяет выявить и устранить зоны безответственности или пересечения ответственности. В ходе описание деятельности, можно определить те операции, контроль которых не осуществляется или осуществляется в недостаточной степени.

3) Описание наиболее возможных отклонений и порядка действий сотрудников является основой для делегирования полномочий. Руководитель определяет ситуации, в которых сотрудник должен самостоятельно действовать по процедуре и в которых должен сообщить об отклонениях в процессе руководителю.

4) По ходу описания, как правило, выявляются проблемы. Анализ причин этих проблем, разработка и выполнение мероприятий по их устранению способствуют повышению эффективности процессов.

5) Наличие базы актуальных регламентирующих документов по процессам помогает руководителям понимать, чем именно занимается каждое структурное подразделение, с кем взаимодействует и т.д. Регламентирующие документы по процессу дают возможность руководителю осуществлять объективный контроль исполнения требований.

6) Во многих компаниях технология выполнения процессов «хранится» в виде знаний сотрудников, поэтому существует риск потери знаний при уходе из организации ключевых сотрудников. Наличие в организации комплекта актуальных нормативно-методических документов по процессам позволяет существенно снизить указанный риск.

7) Результатом регламентации процессов является достаточно полное описание деятельности сотрудников. Специалисты службы по управлению персоналом могут использовать регламенты процессов для более эффективного подбора и обучения персонала.

8) Если регламенты процессов структурированы и выполняются, постоянно контролируются и актуализируются, то их можно использовать при автоматизации процесса.

9) Наличие актуальной регламентной базы существенно облегчает расширение бизнеса при открытии новых филиалов и т.п.

Руководитель проекта по созданию регламентов должен учитывать потенциальные риски и возможности. Это необходимо для правильного распределения и обеспечения необходимыми ресурсами на начальном этапе разработки.

Регламентация бизнес-процессов является важным управленческим инструментом, позволяющим описать операции, их взаимосвязь, распределить ответственность среди сотрудников. Разработка регламента является трудоемким процессом и требует привлечения многих сотрудников.

Результатом такой работы является понимание структуры процесса, что позволяет выявить так называемые узкие места и разработать мероприятия по улучшению деятельности. Регламент может стать базой для тиражирования опыта и управления знаниями в организации.

Для описания бизнес-процесса могут использоваться различные методологии и программные продукты, выбор которых осуществляет организация исходя из поставленных целей и своих потребностей.

Наибольшей трудностью является создание документации с понятной структурой и удобной в использовании. Также необходимо разработать систему актуализации регламентов, элементами которой могут стать их периодический пересмотр с учетом предложений сотрудников, что позволит организации внедрить процесс постоянного улучшения. Ведь разработка регламента не может быть разовым мероприятием (так же как и пересмотр через большие периоды времени), так как в этом случае она не оправдывает затраченных ресурсов.

Список информационных источников

1. Репин, Владимир Владимирович. Бизнес-процессы компании: построение, анализ, регламентация / В. В. Репин. — Москва: Стандарты и качество, 2013. — 240 с.
2. Елиферов, Виталий Геннадьевич. Бизнес-процессы: регламентация и управление: учебное пособие / В. Г. Елиферов, В. В. Репин; Институт экономики и финансов "Синергия". — Москва: Инфра-М, 2010. — 319 с.
3. Описание и регламентация бизнес-процессов Картавенко С.Н
Режим доступа: http://www.cfin.ru/itm/bpr/key_realize.shtml. (Дата обращения 10.05.2016)
4. Регламентация бизнес-процессов. Для чего это нужно? Режим доступа <http://rich-c.ru/reglamentaciya-biznes-processov.-dl> (Дата обращения 10.05.2016)
5. «Минусы» от регламентации бизнес-процессов В.В. Репин
Режим доступа: http://www.finexpert.ru/view/minusy_ot_reglamentatsii_biznes_protseссов/73 (Дата обращения 10.05.2016)

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ АКТИВНОГО ТЕПЛОВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ВОДЫ В СОТОВЫХ ПАНЕЛЯХ

Разумова А. А., Ширяев В. В.

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Ширяев В. В., к.т.н., ведущий инженер
лаборатории тепловых методов контроля*

Контроль качества объектов и материалов, из которых изготавливаются различные объекты, имеет большое значение в современном мире. Данный контроль затрагивает большинство областей промышленности, например, строительство, авиастроение, судостроение, космостроение и т.д. Существует необходимость своевременно определять и находить дефекты в конструкциях, деталях, корпусах объектов, что даст возможность вовремя производить ремонт или замену необходимых частей. В настоящее время достаточно развит такой метод определения и нахождения дефектов в материале, как активный метод теплового неразрушающего контроля (АТНК).

Цель статьи – представление результатов экспериментов, по обнаружению искусственно созданных дефектов, в виде воды, в объекте контроля – сотовой панели из стеклопластика, с помощью активного

теплового неразрушающего контроля с односторонней схемой контроля при различных способах нагрева: периодическим и однократным.

В экспериментах использовался объект контроля (ОК) – сотовая панель, изготовленная из двух пластин стеклопластика и бумажных сот между ними. Размеры ОК следующие: 22x31 см. Объект контроля представлен на рисунке 1. Дефектами в объекте контроля являются капли воды в сотах.



Рис. 1. Объект контроля

Установка для эксперимента по определению дефектов с помощью термоволнового контроля представлена на рисунке 2.

Напротив ОК расположен источник теплового нагрева – галогенная лампа, мощностью 500 Вт.

Параметры первого эксперимента: время нагрева – 1 с, время остывания – 1 с, количество циклов нагрева/остывания – 5, частота записи термограмм – 30 Гц. Расстояние между источником нагрева и ОК составляет 30 см.



Рис. 2. Экспериментальная установка

На рисунке 3 представлена термограмма ОК в конце эксперимента.

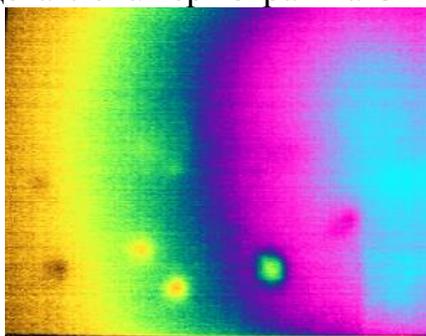


Рис. 3. Термограмма в оптимальный момент при периодическом нагреве

Как видно из рисунка 3, на термограмме ОК удалось обнаружить дефекты в нижней части объекта контроля. Можем наблюдать сильный мешающий фактор – неравномерность нагрева. Однако для более наглядного представления дефектов необходимо при помощи программы ThermoFit Pro, которая разработана в лаб. 34 ИНК ТПУ, провести обработку последовательности термограмм эксперимента с помощью опции – Комплексный Вейвлет-анализ. Данная обработка позволяет устранить мешающие артефакты такие, как неравномерность нагрева, неоднородность коэффициента излучения поверхности ОК и т.д. Термограмма после такой обработки представлена на рисунке 4а.

Как видно из рисунка 4а, дефекты на обработанной термограмме с помощью Комплексного Вейвлет-анализа с Гауссовым вейвлетом 2-го порядка видны контрастнее, влияние неравномерности нагрева значительно уменьшено. Отношение сигнал-шум на исходном изображении составляет $S=10.9$, а отношение сигнал-шум на фазовом изображении, полученном с помощью данной опции, составляет $S= 4.2$. Данная обработка позволяет произвести бинаризацию изображения с целью выделения дефектов. При числе изображений $N = 276$ параметры вейвлета были выбраны следующие: сдвиг $b = 60$, масштаб $a = 137$. На дефектограмме (рис. 4б) можем наблюдать четко 4 дефектных области и одну размытую.

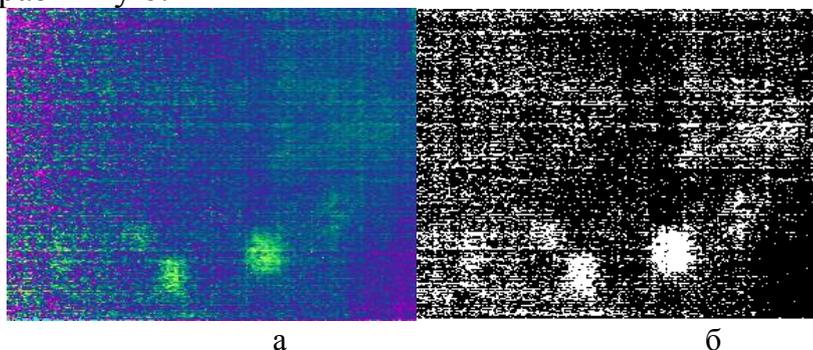


Рис. 4. Фазовое изображение (а), дефектограмма (б)

Далее для сравнения результатов контроля с периодическим нагревом был проведен еще один с однократным нагревом этой же панели.

Параметры эксперимента: время нагрева – 5 с, время остывания – 10 с, частота записи термограмм – 30 Гц, период – 1с, источник нагрева тот же. Расстояние между источником нагрева и ОК не изменилось.

На рисунке 5 представлена термограмма ОК в конце эксперимента.

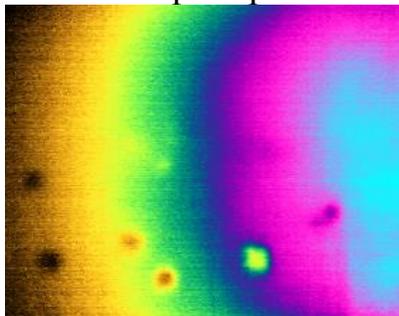


Рис. 5. Термограмма в оптимальный момент при однократном нагреве

Как видно из рисунка 5, на термограмме ОК так же, как и в первом опыте, удалось обнаружить дефекты в объекте контроля. Аналогично, как и в предыдущем эксперименте, проведена обработка последовательности термограмм эксперимента с помощью опции – Комплексный Вейвлет-анализ с Гауссовым вейвлетом 2-го порядка в программе ThermoFit Pro. Фазовое изображение после такой обработки представлено на рисунке 6а. Как правило, при однократном нагреве наилучшее изображение получается для фазового изображения.

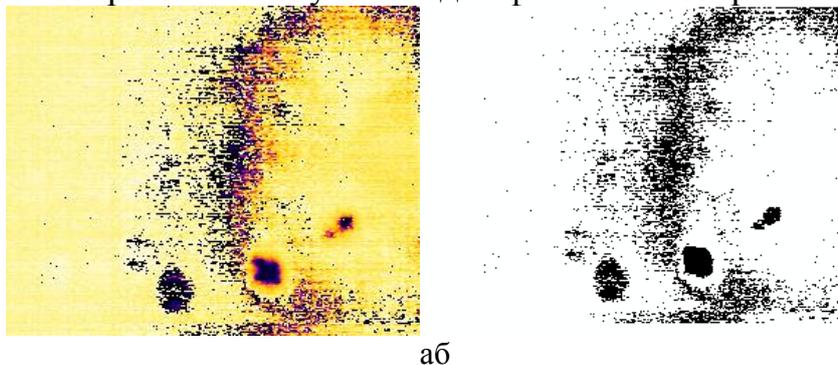


Рис. 6. Фазовое изображение (а), дефектограмма (б)

Как видно из рисунка 6а, удалось обнаружить дефекты на обработанной термограмме с помощью Комплексного Вейвлет-анализа, но они имеют нечеткие очертания. Отношение сигнал-шум на термограмме, не обработанной с помощью данной опции, составляет $S=12$, а отношение сигнал-шум на термограмме, обработанной с помощью данной опции, составляет $S=0.97$. Очевидно, что отношение

сигнал-шум значительно снижено по сравнению с периодическим нагревом. При числе изображений $N = 442$ параметры вейвлета были выбраны следующие: сдвиг $b = 50$, масштаб $a = 224$. На дефектограмме (рис. 5б) можем наблюдать лишь 3 дефектных области.

Данные эксперименты позволили определить, что применение периодического (циклического) нагрева оказалось выгоднее, так как сравнение отношений сигнал/шум после применения Вейвлет-анализа к обоим последовательностям термограмм при периодическом и однократном нагревах оказалось не в пользу последнего вида нагрева.

Список информационных источников

1. Вавилов В. П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. - М.: Издательский дом "Спектр", 2009. – С. 17-33, 187 – 200, 259, 290-344.
2. ГОСТ Р 53698-2009 Национальный стандарт РФ. Контроль неразрушающий. Методы тепловые. Термины и определения. - Национальный стандарт РФ, 2011 г.
3. Composite Materials – Verbundwerkstoffe in der Luft- und Raumfahrttechnik / Günter Pommeranz, Ulrich Lutter. 2008. – С. 4 – 8, 10 – 12.

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ И ПОСЛЕДСТВИЙ РИСКОВ В ПРОЦЕССАХ ОРГАНИЗАЦИИ

Родионова М.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Редько Л.А., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

На данный момент одной из актуальных тем для организаций с сертифицированной системой менеджмента качества (или планирующих сертифицироваться) является тема управления рисками в деятельности. Это связано с выходом новой версии стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015, в котором особое внимание уделено новому подходу «принятие решений, основанных на рисках» (или «риск-ориентированное мышление»). Упоминания о рисках содержится в пунктах 0.3.3, 4.4.1, 5.1.1, 5.1.2, 6.1.1, 6.1.2, 9.1.3, 9.3.2, 10.2.1[1].

Тема управления рисками деятельности интересна не только организациям с СМК, но и без системы менеджмента, так как управление рисками поможет:

- снизить неопределенность при осуществлении деятельности;
- повысить эффективность работы;
- снизить потери и максимизировать прибыль.

После идентификации риска и его описания, необходимо рассчитать уровень риска, с целью дальнейшей приоритизации рисков для принятия мер по их снижению.

Существует немало методов по оценке рисков [2]. Методы различны – от использования интуиции, статистических данных до применения математических моделей. Широкий диапазон обусловлен многообразием решаемых организациям задач и уровнем подготовки специалистов по оценке.

Далеко не все методы подходят для оценки рисков в процессах системы менеджмента качества, рисков влияющих на цели процессов/деятельности.

Одни методы применимы только для идентификации рисков: метод Дельфи, контрольные листы, предварительный анализ опасностей и др., другие методы сложны в применении: исследование опасностей и работоспособности, метод Монте-Карло, анализ причин и последствия отказов. Часть методов предоставляют возможность получения количественных данных, остальная часть нет. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки.

На данный момент не существует общих правил по выбору определенного метода, в виду того, что деятельность каждой организации сугубо индивидуальна. Выбор метода зависит конкретной ситуации.

Наиболее подходящим методом оценки рисков в процессах СМК является метод экспертных оценок, в котором уровень риска оценивается как произведение показателя вероятности на показатель последствия. И для многих вопрос: «Как правильно рассчитать вероятность и последствия?» – остается открытым.

Оценка вероятности может осуществляться двумя методами:

1. Объективным методом – определение вероятности основывается на статистических моделях вычисления частоты, с которой происходит некоторое событие. Частота рассчитывается на основе фактических данных по формуле (1).

$$f(A) = \frac{n(A)}{n}, (1)$$

где $f(A)$ – частота возникновения некоторого уровня событий;

$n(A)$ – число случаев наступления события;

n – общее число случаев в статистической выборке.

2. Субъективный – является предположением относительно определенного результата, которое основывается на суждении или личном опыте оценивающего.

Варианты описания вероятности представлены в таблице 1. Разделение вероятности по количеству уровней устанавливается в зависимости от необходимой точности оценки, в таблице 1 представлено пятиуровневое разделение.

Таблица 1. Варианты описания вероятности для оценки риска

Число- вая оценка	Интервальная оценка	Словесная формулировка	Доля возникно- вения	Частота возник- новения
1	Вероятность воз- никновения от 1 до 20%	Весьма веро- ятно	> 1 при 10	Более 1 раза в месяц
2	Вероятность воз- никновения от 21 до 30%	Вероятно	1 при 10-100	1 раз в месяц
3	Вероятность воз- никновения от 31 до 40%	Возможно	1 при 100-1000	1 раз в квартал
4	Вероятность воз- никновения от 41 до 50%	Маловероятно	1 при 1000- 10000	Точно произой- дет 1 раз в этом году
5	Вероятность воз- никновения от 50% и выше	Крайне мало- вероятно	1 при 10000- 100000	Вряд ли про- изойдет в тече- ние этого года

Оценка последствий риска зависит от целей управления рисками организации. Разновидности оценки последствий представлены в таблице 2.

Таблица 2. Варианты описания последствий для оценки риска

Число- вая оценка	Денежная оценка	Влияние на репута- цию организации	Влияние на цели процесса/органи- зации	Влияние на сроки
1	Потери до X_1 руб.	Практически не по- влияет на репутацию	Результативность процесса (дости- жение целей) 99%	Сдвиг на 1 неделю
2	От X_1 до X_2 руб.	Ухудшение репутации и незначительный от- ток клиентов	Результативность процесса (дости- жение целей) 80%	Сдвиг на 2-3 недели
3	От X_2 до X_3 руб.	Существенно повли- яет на репутацию, по- влечет умеренный от- ток потребителей	Результативность процесса (дости- жение целей) 50%	Сдвиг на 1 месяц
4	От X_3 до X_4	Значительно повлияет	Результативность	Сдвиг

	руб.	на репутацию, что снизит инвестиционный рейтинг и стоимость акций на 5-15%	процесса (достижение целей) 20%	свыше 1 до 3 месяцев
5	Потери свыше X ₄ .	Снизит инвестиционный рейтинг, обрушит стоимость акций более чем на 15%	Процесс не результативен (цели не достигнуты)	Сдвиг свыше 3 месяцев

Числовая оценка	Влияние на качество	Технические условия	Влияние на ОТ и ТБ
1	Изменения незаметны	Небольшие потери производительности	Незначительные травмы
2	Незначительные изменения	Умеренное снижение производительности	Потеря работоспособности до 1 месяца
3	Изменения требуют согласования с потребителем	Средние снижение производительности	Потеря работоспособности более 1 месяца
4	Неприемлемое для клиента изменение	Серьезный ущерб для производительности	Инвалидность
5	Непригодность изделия для выпуска	Задача не может быть выполнена	Смерть

Значения вероятности и последствия рассчитываются для каждой организации индивидуально. Не существует «правильной» установленной методики. Резюме по данному вопросу было дано в стандарте ГОСТ Р ИСО 13335 [3], в котором сказано, что лучшая методика для оценки рисков та, которая устраивает все стороны – и тех, кто рассчитывает риски, и тех, кому их демонстрируют, а то, какая она, не самое важное.

Список информационных источников

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. - М.: Стандартиформ, 2015.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Методы оценки риска. - М.: Стандартиформ, 2012.

3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335-1 — 2006. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности - М.: Стандартинформ, 2007.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ ЕМКОСТИ САР-10 ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДА

Рюмкин А.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Вавилова Г.В., старший преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Кабельные изделия, в частности провода, это различные изолированные электрические проводники, которые служат для передачи или преобразования электроэнергии. Они применяются для направления потока электрической энергии и сигналов информации, широко используются в элементах электротехники и электроники.

Электрический провод - кабельное изделие, содержащее одну или более изолированных жил, поверх которых может иметься легкая неметаллическая оболочка – изоляция [1]. Изоляция создает разделительный промежуток между токопроводящими жилами и заземленными поверхностями. Изоляция не должна пропускать электрический ток, создавать помех его пропуску и не портиться от его воздействия. В кабельном производстве применяются различные материалы, предназначенные для изолирования проводных элементов: резина, ПВХ-пластикат, полиэтилен, фторопласт. Целостность изоляции является основным параметром качества кабельных изделий.

Одним из основных видов контроля качества провода с полимерной изоляцией является контроль наличия дефектов изоляции высоким напряжением. Наличие дефектов в проводе определяется по возникновению электрического пробоя, при этом бездефектная изоляция не повреждается. Такой контроль относится к электроискровым способам неразрушающего контроля [2].

Целью данной работы является анализ возможностей измерителя емкости САР-10 для обнаружения локальных дефектов изоляции типа: сдир изоляции, локальное утолщение, точечные проколы.

Принцип действия САР-10

Измеритель емкости САР-10, применимый для контроля погонной емкости провода в процессе его производства, основан на

использовании наиболее простого и легко реализуемого метода измерения тока, протекающего в цепи измерительного электрода, по значению которого при известных амплитуде и частоте приложенного гармонического напряжения, можно судить о значении емкости одножильного электрического провода. В результате контроля измеряется емкость цилиндрического конденсатора, одной обкладкой которого является жила провода, а другой – вода, заполняющая пространство между изоляцией провода и электроемкостным измерительным преобразователем, внутри движется контролируемый провод в процессе производства.

Необходимо осуществлять постоянный контроль емкости непосредственно в процессе производства. Емкость провода обуславливается характеристиками технологического процесса нанесения изоляции на токопроводящую жилу, поэтому контроль емкости целесообразно проводить в процессе экструзии.

Применение САР-10 для нахождения дефектов

Дефектом называется каждое несоответствие продукции установленным требованиям [3]. К основным видам дефектов изоляции провода относятся сдир изоляции, шероховатость и растрескивание изоляции, местные разрывы и шишки по изоляции, занижение диаметра по изоляции, неравномерность наружного диаметра и другие.

Наличие локальных дефектов в изоляции приводит к резкому, скачкообразному изменению геометрических параметров провода и электрических характеристик изоляции, а, следовательно, к резкому изменению значения емкости контролируемого провода.

Так как измеритель емкости САР-10 фиксирует даже незначительное изменение емкости, то резкое изменение емкости не может остаться незамеченным для этого прибора.

Экспериментальные исследования показали, что измеритель емкости САР-10 способен реагировать при попадании дефекта изоляции в зону измерения. В качестве объекта исследования использовался образец одножильного провода диаметра изоляции 1,5 мм, длиной 1 м и действительным значением погонной емкости бездефектной части $C = 166$ пФ/м. Действительным значением погонной емкости определено способом, рекомендуемым ГОСТ 27893-88 «Кабели связи. Методы испытаний» [4]. Дефекты изоляции формировались искусственным образом на отрезке бездефектного образца провода. Таким образом, был получен набор образцов провода со следующими видами дефектов: сдир изоляции на участке (3x1,5 мм) и по всему

диаметру провода (1 мм), утолщение изоляции (4 мм), точечный прокол (0,5x0,5 мм)

На рисунках 1-4 показана реакция САР-10 при попадании в зону измерения различных видов дефектов.

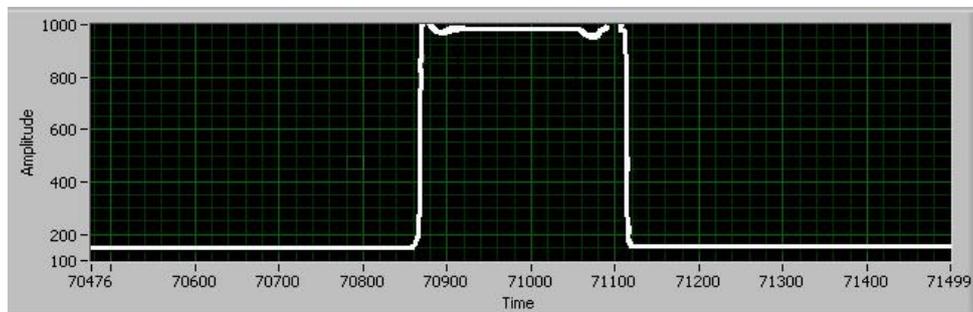


Рисунок 1 – Сдир изоляции

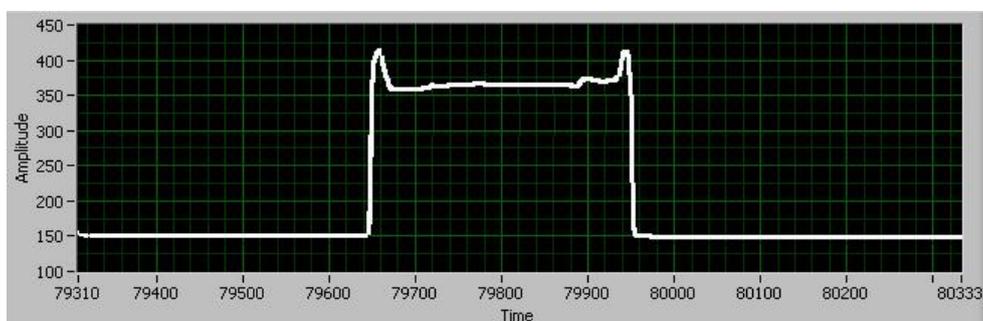


Рисунок 2 – Сдир изоляции по всему диаметру провода

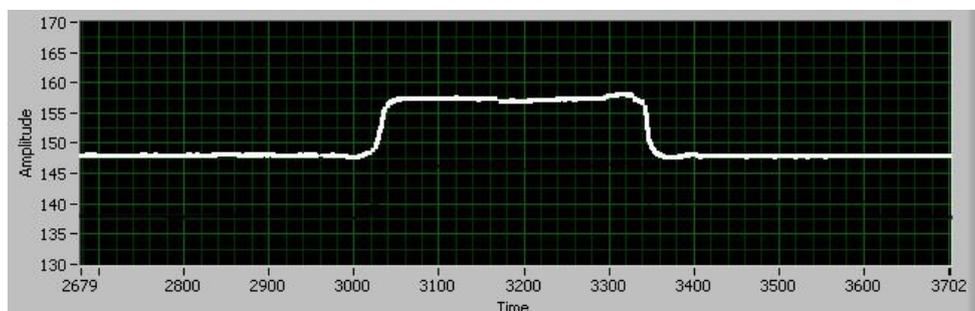


Рисунок 3 – Точечный прокол

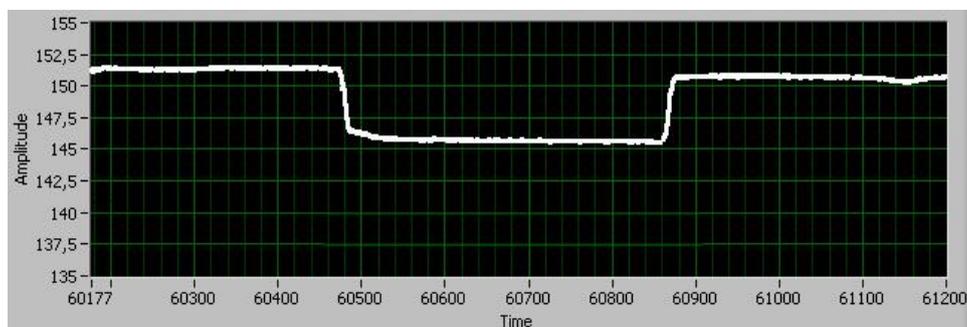


Рисунок 4 – Утолщение изоляции

Вывод

1. Анализ представленных результатов показал принципиальную возможность измерителя емкости САР-10 для обнаружения локальных дефектов - сдир изоляции на участке и по всему диаметру провода, утолщение изоляции, точечный прокол.

2. Выявлено, что САР-10 способен идентифицировать дефекты, вызывающие отклонение погонной емкости провода больше, чем 2,5 % от действительного значения погонной емкости бездефектного участка провода.

3. Использование измерителя емкости САР-10 для обнаружения локальных дефектов имеет одно неоспоримое преимущество перед электроискровым методом: контроль ведется при наличии переменного напряжения амплитудой 3,5 В, что значительно безопаснее, чем использование высоковольтных электроискровых испытателей изоляции.

Список информационных источников

1. ГОСТ 15845-80 (СТ СЭВ 585-77). Изделия кабельные. Термины и определения. [Текст] – Введ. 1981.01.07. - Режим доступа: URL: <http://meganorm.ru/Data1/7/7256/index.htm>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 04.04.2016).

2. Редько В.В. Электроискровой контроль качества изоляции кабельных изделий [Электронный ресурс]: монография/ В.В. Редько – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 928 с.: ил. – Режим доступа: URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m213.pdf>, доступ из корпоративной сети ТПУ. – Загл. с титульного экрана. – Яз. рус. (дата обращения 04.04.2016).

3. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. [Текст] – Введ. 1979-01-07. - Режим доступа: URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294851/4294851954.htm>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 04.04.2016).

4. ГОСТ 27893-88 (СТ СЭВ 1101–87). Кабели связи. Методы испытаний [Электронный ресурс]. – Введ. 1990-01-01. – с измен. 2015-01-16. – Режим доступа: URL: <http://meganorm.ru/Index/11/11797.htm>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 04.04.2016).

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ДЕЛИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ

Рябов А.Е.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Редько В.В., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Для измерения высокого напряжения используются киловольтметр, который включает в себя трансформатор напряжения или делитель напряжения различных конструкций.

Целью данной работы является изучения основных характеристик делителя напряжения.

Задачи изучения:

1. Сделать обзор литературы по теме измерение высокого напряжения.
2. Определить назначение делителя напряжения.
3. Рассмотреть виды делителя напряжения.

В результате проведения литературного обзора, были выделены 2 варианта разработки киловольтметра. 1 вариант - использования в схеме киловольтметра трансформатора напряжения, 2 вариант – использование в место трансформатора делитель напряжения.

Подключение регистрирующих приборов с помощью трансформатора напряжения существенно повышает безопасность производства работ, но погрешности при выполнении измерения могут достигать значений нескольких десятков процентов. Такие высокие погрешности объясняются значительными постоянными времени обмоток трансформаторов напряжения, нелинейностью магнитной цепи, изменением динамической проницаемости трансформаторной стали при существенном отличии частоты переходного процесса от номинальной. Последнее как раз и имеет место при возникновении коммутационных перенапряжений.

При использовании трансформаторов напряжения для подключения регистрирующих приборов к исследуемой цепи индукция шинпровода трансформатора напряжения в течение всего цикла испытаний не должна достигать значений, соответствующих насыщению. Даже при сравнительно невысоких кратностях перенапряжений это требование может быть выполнено только в том случае, если применяется трансформатор напряжения на существенно более высокое напряжение. Например, для цепей напряжением 35кВ необходимо использовать трансформатор напряжения напряжением 110 кВ. При измерениях в трехфазных сетях это нереально.[1]

Делитель напряжения (ДН) – устройство для деления постоянного или переменного напряжения, то есть получения части от исходного напряжения. Основные требования, предъявляемые к делителю напряжения: напряжение на низковольтном плече ДН должно по форме повторять измеряемое напряжение, а коэффициент деления не должен зависеть от частоты и уровня измеряемого напряжения. [2]

Делитель напряжения строится на основе активных или реактивных сопротивлений. В делителе сопротивления включаются последовательно, выходным напряжением является напряжение на отдельном участке цепи делителя. Участки, расположенные между напряжением питания и точкой снятия выходного напряжения называют плечами делителя. Плечо между выходом и нулевым потенциалом питания обычно называют *нижним*. Другое плечо при этом называют *верхним*. В любом делителе два плеча.

Делитель напряжения, построенный исключительно на активных сопротивлениях (*рис. 1, а*), называется резистивным делителем напряжения. Отличительной особенностью является то, что коэффициент деления таких делителей не зависит от частоты приложенного напряжения. Однако паразитные емкости элементов делителя по отношению к заземленным частям приводят к искажению формы выходного сигнала по отношению к входному напряжению, и наибольшие искажения имеют место на переднем и заднем фронте импульса (увеличение длительности фронтов). [2]

Делители напряжения изготовленные на основе конденсаторов называются ёмкостными (*рис. 1, б*). Эти делители хорошо работают в цепях периодическим напряжениям неизменной частоты, для которых они и предназначены. Для работы в цепях с коммутационными перенапряжениями они малопригодны, вследствие неизбежного искажения кривой, характеризующей процесс, так как коэффициент деления существенно изменяется при воздействии высокочастотного импульса переходного процесса. Так как реактивные сопротивления являются частотно-зависимыми элементами. Так же на форму выходного сигнала влияет собственное активное сопротивление элементов делителя.

Существуют индуктивные делители напряжениями (*рис. 1, в*). Которые можно рассматривать как частный случай трансформатора напряжения с теми же недостатками.

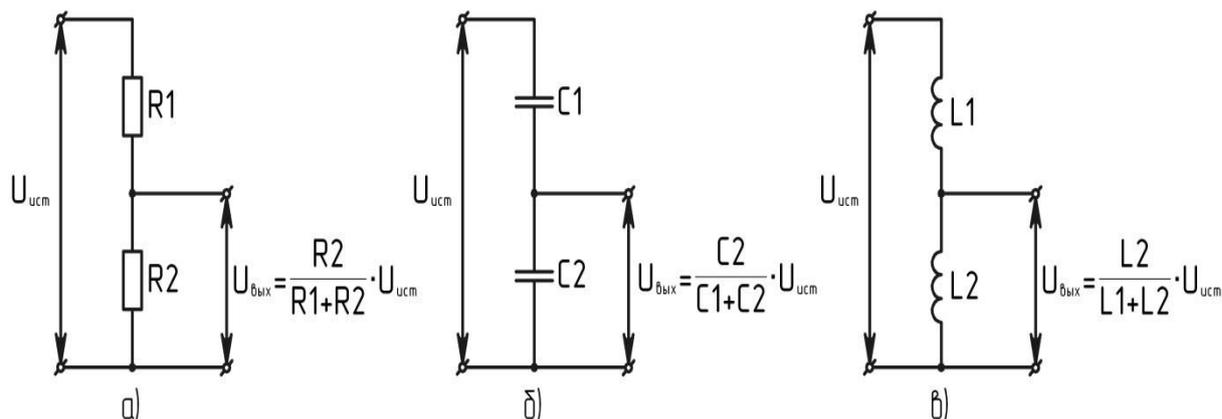


Рис. 1. а) резистивный делитель напряжения, б) ёмкостной делитель напряжения, в) индуктивный делитель напряжения

В результате анализа из существующих типов делителей (активных, ёмкостных и т.д.), при исследовании импульсного напряжения оптимальным вариантом является использование резистивно - емкостных делителей напряжения (рис. 2). В которых за счет правильно рассчитанных соотношения величин ёмкостей и сопротивлений исключается влияние паразитной ёмкости и собственного активного сопротивления элементов делителя. Тем самым получаем делитель частотно компенсированный, то есть сопротивление которого не зависит от частоты сигнала, что позволяет измерять действующее, среднее значение, амплитудное, а также измерять среднее значение высоких импульсных напряжений. [3]

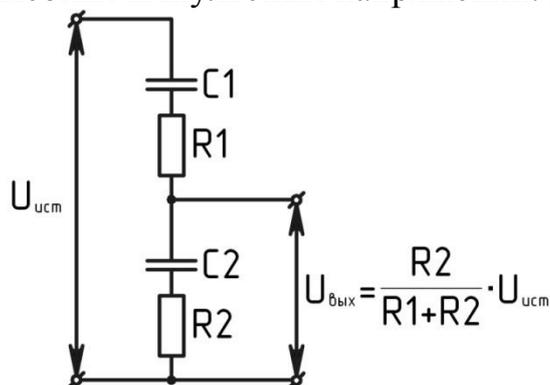


Рис. 2. Резистивно-ёмкостной делитель напряжения

Подводя итог работы можно сказать об актуальности и важности данной темы при разработке импульсного киловольтметра. Из рассмотренного выше обзора можно сказать что при разработке такого прибора эффективнее использовать делители напряжения нежели трансформатор. Данная информация поможет в дальнейшем при разработке импульсных киловольтметров.

Список информационных источников

1. Измерения на высоком напряжении/ Шваб А./ Измерения на высоком: Измерительные приборы и способы измерения/ Энергоатомиздат, 1983. – С.264.

2. Техника высоких напряжений/ Закарюкин В.П./ Конспект лекций для студентов специальности "Электроснабжение железнодорожного транспорта"/ Иркутск, 2005.– С.80–88.

3. Высоковольтные делители напряжений для исследования коммутационных перенапряжений/ Дубовик Д.В.

МОДЕЛЬ ВНЕДРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Сабитова Ж.К.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Плотникова И.В., к.т.н., доцент каф.

физических методов и приборов контроля качества

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (статья 73) содержит упоминание о том, что специалисты, деятельность которых может повлечь негативные последствия на окружающую среду должны быть экологически подготовленными. Не оставляет сомнений тот факт, что необдуманные действия инженера могут отрицательно повлиять на окружающую среду. Следовательно, профессионал технического профиля должен обладать экологической компетентностью [1].

Формирование экологической компетентности является одной из профессионально значимых характеристик будущего инженера и зависит от качества образовательного процесса.

Несмотря на наличие множества исследований (Игнатова С.Б., Гришаевой Ю.М, Томакова В.И. и др.), посвященных данной теме, не разработанным вопросом является создание перспективных моделей образовательного процесса с целью формирования экологической компетентности студентов технического вуза [2,3,4].

В настоящем исследовании создана временная структурная модель образовательного процесса по формированию экологической компетентности студентов в техническом вузе.

Практическая ценность данной модели определяется ее адекватностью и реальностью, т.к. на основании изучения компонентов образовательной программы (рисунок 1) построена проекция учебного

процесса, повторяющая структуру ООП и незначительно влияющая на распределение академических часов.

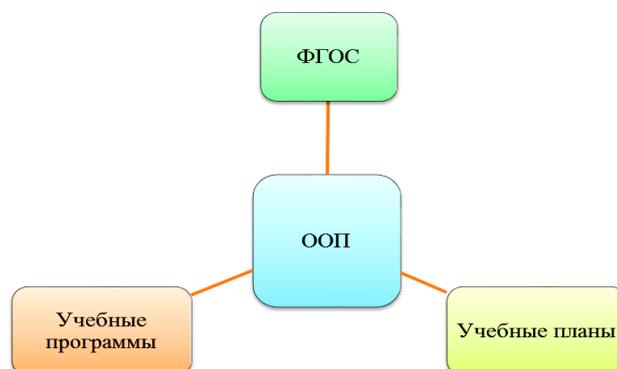


Рисунок 1 – Анализируемые компоненты образовательного процесса

Анализировалась основная образовательная программа высшего образования, реализуемая по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, профиль подготовки «Приборы и методы контроля качества и диагностики» (уровень «бакалавр») представляет собой систему документов, разработанную и утвержденную НИ ТПУ на основе СУОС ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В ходе анализа образовательной программы по направлению 12.03.01 Приборостроение выявлено понижение уровня включения экологического компонента в состав рабочих программ.



Рисунок 2- Доля экологических элементов в программах 2011- 2015 гг.

Наибольшее количество экологических компонентов присутствует в обучении студентов в 2012 году, наименьшее в 2015 г. Так возникает необходимость улучшения качества экологической подготовки студентов, обучающихся на данном направлении.

В качестве предложений выступает модель образовательного процесса, которая позволит усовершенствовать процесс обучения, оценить возможности улучшения экологической подготовки и заложить основы экологического мировоззрения будущих профессионалов на более качественном уровне.

В ходе исследования были выбраны и дополнены дисциплины, которые на наш взгляд должны включать экологическую составляющую. На основании данных дополнений была построена модель образовательного процесса, направленного на формирование экологической компетентности студента в циклах учебных дисциплин ООП 12.03.01 Приборостроение (рисунок 3).

В приведенной модели «как будет», которую также можно назвать образовательным маршрутом формирования экологической компетентности, предлагается дополнительное введение экологических компонентов в дисциплины: «История» (108 часов), «Иностранный язык (английский)» (432 часа), «Химия» (108 часов), «Введение в инженерную деятельность» (36 часов), «Экономика» (216 часов), «Менеджмент» (108 часов), «Метрология, стандартизация и сертификация» (108 часов), «Визуальный и измерительный контроль» (216 ч). Также модель предполагает введение элективных курсов в содержание дисциплин: «Экология» и «Безопасность жизнедеятельности» и увеличение объема изучения дисциплины «Введение в инженерную деятельность» с 36 до 72 часов.

Таким образом, модель образовательного процесса поможет повысить качество формирования экологической компетентности в техническом вузе. Модель хороша тем, что она не предъявляет «заоблачных» требований к образовательному процессу, а на анализе содержания образовательной программы демонстрирует возможности улучшения процесса обучения. При этом, процессный подход интегрируется с компетентностный подходом путем дополнения содержания дисциплин подходящими экологическими компетенциями.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН бакалавров, обучающихся по направлению 12.03.01 "Приборостроение"

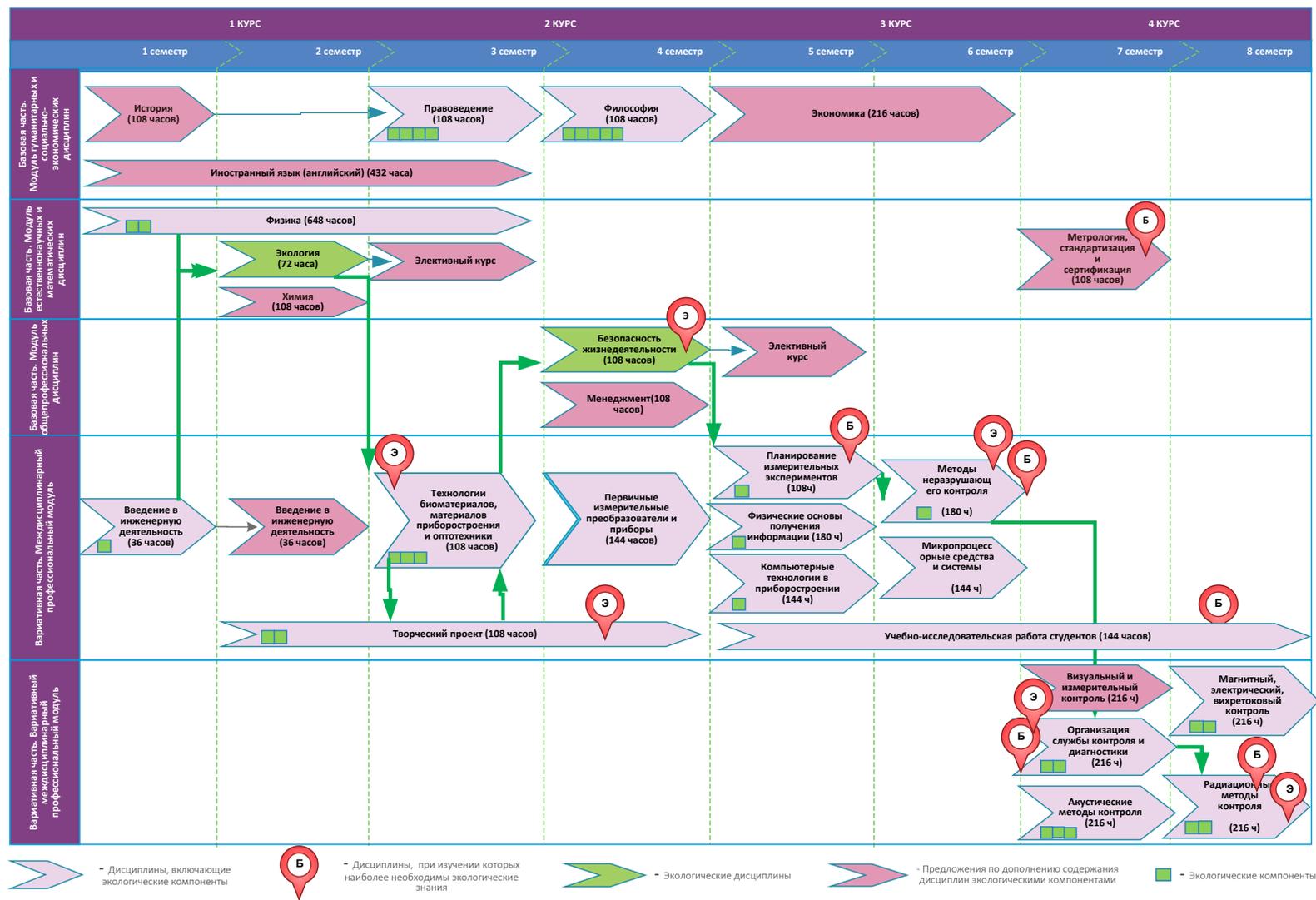


Рисунок 1 – Модель образовательного процесса

Список использованной литературы

1. ФЗ Об охране окружающей среды (с изменениями на 29 декабря 2015 года) [Электронный ресурс]: Электронный фонд Правовой и нормативной документации Консорциум Кодекс – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901808297>, свободный – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 19.03.2015).
2. Игнатов С.Б. Экологическая деонтология в естественнонаучном образовании студентов вуза [Текст] : автореферат дис. ... д-ра пед. наук / С. Б. Игнатов ; Урал. гос. пед. ун-т. - Екатеринбург, 2014. - 46 с.
3. Гришаева Ю. М. Концепция формирования эколого-профессиональной компетентности студентов гуманитарного вуза [Текст]: автореферат дис. ... д-ра пед. наук : защищена 22.10.2014 / Ю. М. Гришаева ; Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова. - М., 2014. - 36 с.
4. Томаков, В.И. Концепция формирования экологической компетентности будущего инженера [Текст] : монография / В.И. Томаков, М.В. Томаков. - Курск : КурскГТУ, 2009. - 236 с. : ил. - ISBN 978-5-7681-0515-0 : 243р.

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Савкин К.Д.

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Обухов С.Г., д.т.н., доцент кафедры
электроэнергетики промышленных предприятий*

Надежное функционирование объектов малой энергетики является не только залогом энергетической безопасности населения, но и необходимым условием экономического развития регионов России.

Учитывая дефицитность, высокую стоимость и трудность доставки топлива в отдаленные регионы России, важнейшей задачей становится коренное повышение эффективности использования топлива объектами малой энергетики за счет применения современного высокоэффективного оборудования, оптимизации рабочих режимов генерирующих установок, использования нетрадиционных, возобновляемых и местных энергоресурсов. Так как для потребителей электроэнергии децентрализованных зон необходим гарантированный источник питания, наиболее перспективным вариантом построения

изолированных энергетических систем представляются комбинированные автономные системы электроснабжения с энергетическими установками возобновляемой энергетики [1].

Отсутствие на рынке возобновляемой энергетики универсальных технических устройств, обеспечивающих возможность объединения в рамках единой изолированной энергетической системы разнотипных энергетических установок с возможностью эффективного управления режимами их работы, является негативным фактором развития малой энергетики России и в то же время актуальной научной и технической задачей для практического решения.

Возможны различные варианты сопряжения дизельных электростанций (ДЭС), ветроэнергетических (ВЭУ) и фотоэлектрических установок (ФЭУ) при работе на общего потребителя, которые могут значительно различаться как по составу используемого электрооборудования, так и по технико-экономическим характеристикам.

Проведенный сравнительный анализ схем построения автономных электростанций, использующих установки возобновляемой энергетики показал, что наиболее перспективным вариантом сопряжения разнотипных энергетических установок в одной энергетической системе является использование промежуточной вставки постоянного тока. Применение такого подхода имеет большие перспективы: комбинированный энергетический комплекс строится по агрегатному принципу, легко масштабируется и при необходимости перестраивается. Данный подход позволяет унифицировать структуру и конструкцию электронных силовых преобразователей. Используя модульный принцип их построения, проще разработать линейку преобразователей на модельный ряд мощностей. Применение вставки постоянного тока позволяет более просто производить суммирование и распределение потоков энергии от генерирующих источников и реализовывать эффективные алгоритмы управления этим процессом.

В результате проведенных научных исследований была разработана концепция построения комбинированных систем автономного электроснабжения с использованием установок возобновляемой энергетики [2].

Предложенная структурная схема построения комбинированной системы автономного электроснабжения со вставкой постоянного тока приведена на рис. 1.

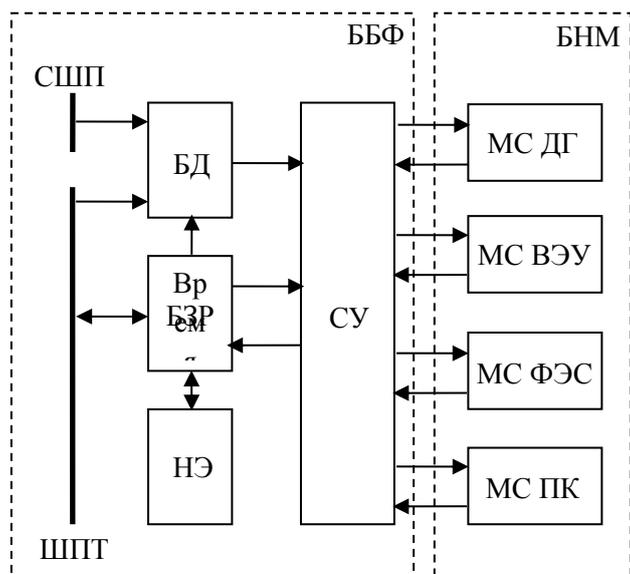


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема гибридной системы буферного накопления электроэнергии

Основной технической функцией гибридной системы буферного накопления электроэнергии (ГСБНЭ) является согласование режимов производства и потребления энергии в изолированной энергетической системе, содержащей установки возобновляемой энергетики.

Для обеспечения баланса мощностей в системе, необходимо контролировать значения основных электрических параметров: токов и напряжений всех силовых агрегатов и нагрузок, подключенных к системе электроснабжения, а также параметров накопителя энергии. Для этого на сборных шинах потребителя (СШП) и шине постоянного тока (ШПТ) устанавливаются все необходимые датчики, выходные сигналы с которых поступают в блок датчиков (БД), где они нормируются, обрабатываются и подаются в систему управления (СУ).

Необходимым элементом ГСБНЭ является блок базовых функций (ББФ), включающий в себя блок датчиков (БД), блок заряда-разряда (БЗР), непосредственно накопитель энергии (НЭ) и систему управления.

В рассматриваемой системе используется накопитель гибридного типа, основная энергетическая емкость которого реализована на основе аккумуляторных батарей (АБ). Аккумуляторный накопитель служит для компенсации мощности при протекании относительно медленных процессов в системе, а дополнительный конденсаторный накопитель небольшой емкости обеспечивает улучшение динамических параметров системы в моменты возникновения кратковременных пиковых нагрузок или резкого изменения генерирующей мощности.

БЗР содержит двунаправленный управляемый преобразователь, обеспечивающий режимы заряда/разряда накопителей по заданным системой управления алгоритмам, а также блок контроля емкости накопителей.

ББФ реализует «простой алгоритм» управления режимами работы автономной электростанции, основными функциями которого являются обеспечение баланса мощностей в изолированной энергетической системе и рациональных режимов заряда/разряда аккумуляторных батарей.

Данная стратегия управления может быть реализована при построении СУ БНЭ на базе микроконтроллера, в программу которого жестко вшиты технические характеристики используемых АБ.

Однако, функциональные возможности гибридной системы БНЭ могут быть существенно расширены за счет подключения к ней блока наборных модулей (БНМ).

Блок наборных модулей содержит опциональные модули сопряжения с конкретными объектами, например, МС ДГ – модуль сопряжения с дизель-генераторной установкой, МС ВЭУ – модуль сопряжения с ветроэнергетической установкой и т.п.

Согласованную работу нескольких генерирующих источников на общего потребителя обеспечивает система управления буферным накопителем энергии. Алгоритм ее функционирования должен обеспечить гарантированное покрытие электрической нагрузки, создаваемой потребителем, во всех возможных эксплуатационных режимах, при этом необходимо учесть ряд ограничений, накладываемых на работу автономной энергетической системы.

Выполненные теоретические исследования показали, что принятая стратегия и алгоритм управления рабочими режимами рассматриваемой энергетической системы работоспособны, обеспечивают эффективное использование потенциала первичных энергоносителей установок ВИЭ, и могут быть использованы для практической реализации.

Был разработан и изготовлен экспериментальный образец гибридной системы буферного накопления энергии ГСБНЭ-2/5-ШПТ, комплект эскизной конструкторской и эксплуатационной документации, проведены исследовательские испытания.

Проведенные испытания показали, что экспериментальный образец разрабатываемого устройства обеспечивает выполнение требуемых функций: аккумуляирования и распределения потоков энергии в автономных энергетических комплексах, содержащих энергетические установки возобновляемой энергетики, и имеет хорошие перспективы практического внедрения.

Список информационных источников

1. Обухов С.Г., Плотников И.А. Сравнительный анализ схем автономных электростанций, использующих установки возобновляемой энергетики // Промышленная энергетика. - 2012 - №. 7 - С. 46-51
2. Электроэнергетическая система на возобновляемых источниках энергии: патент на изобретение 2476970 Рос. Федерация МПК51 H02J 3/32 / Б.В.Лукутин, С.Г.Обухов и др.; заявитель и патентообладатель Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - № 2011150333/07; заявл. с 09.12.2011; опубл.: 27.02.2013, Бюл. № 6. – 8 с.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ РЕКОНСТРУКТИВНАЯ ТОМОГРАФИЯ НА ОСНОВЕ СЕКТОРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Сагалакова А.Г.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., ведущий эксперт
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В секторном сканировании используется оборудование с фазированными решетками. На сегодняшний день наиболее перспективным направлением развития ультразвукового контроля является технология фазированных решеток. Качество контроля значительно повышается при применении этой технологии при техническом диагностировании оборудования.

Технология ультразвуковой фазированной решетки основана на интерференции ультразвуковых волн и их генерировании. Преобразователь решетки состоит из множества пьезоэлектрических элементов, собранных в один преобразователь. Преобразователь содержит от 16 до 256 отдельных элементов. Для контроля всех элементов для формирования лучей используют программируемый генератор. В результате интерференции волн, исходящих от всех элементов, формируется результирующая волна под требуемым углом ввода, и производится сканирование. После чего генератор меняет угол ввода результирующей волны, и повторяется процесс сканирования.

При использовании метода секторного сканирования генерируется ультразвуковой луч с настраиваемыми углом ввода, размером фокусного пятна и фокусным расстоянием. А также в разных секторах фазированной решетки можно настроить генерирование луча. Эти функции открывают целый ряд новых возможностей. Например, можно

быстро изменить направление сканирования и изменить параметры угла, не меняя местоположение датчика. Таким образом, эта технология заменяет собой целую гамму датчиков и некоторые механические компоненты. При контроле лучом с переменным углом коэффициент обнаружения дефектов, как правило, выше вне зависимости от их ориентации. При том, что соотношение сигнал-шум остается оптимальным. Графически схема формирования результирующей волны с разными углами ввода в металл показана на рис. 1.

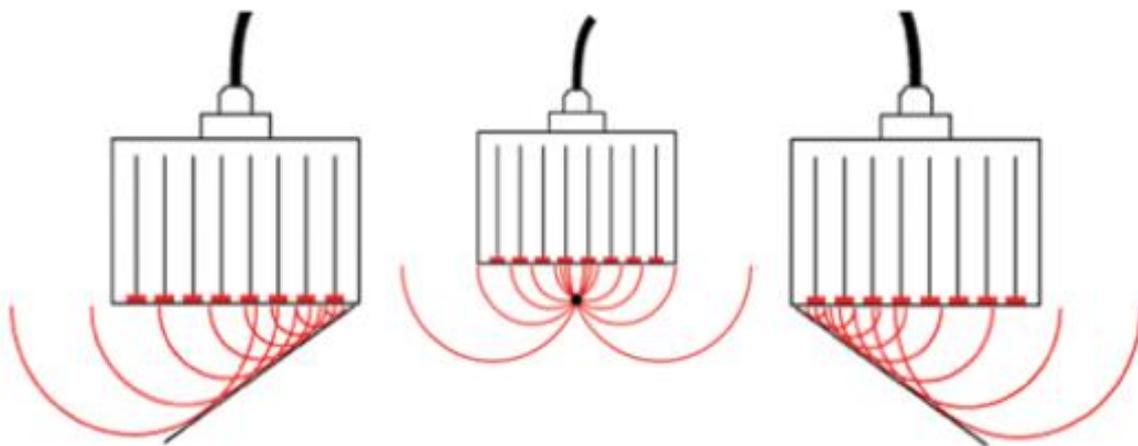


Рис. 1. Схема формирования в фазированной решетке результирующей волны с необходимым углом ввода в процессе интерференции составляющих ее волн

По сравнению с традиционным ультразвуковым контролем метод фазированной решетки более усовершенствованный, чем метод, в котором используется одноэлементный преобразователь. Многие прикладные задачи дефектоскопии при техническом диагностировании используют фазированные решетки, так как контроль осуществляется гораздо быстрее, проще и качественнее.

Преимущества фазированных решеток: высокая вероятность обнаружения дефектов, высокая скорость контроля, расширенные возможности по составлению отчетов, повторяемость результатов, улучшенная визуализация процесса контроля и использование одного датчика для всех углов.

Все вышесказанное говорит о том, что с каждым днем возможности ультразвукового контроля постоянно возрастают. Улучшается интерфейс приборов, совершенствуется теоретическая база и развивается аппаратура. Визуализация контроля также идет в ногу со временем: для облегчения работы оператора в дефектоскопах применяются цветные LCD мониторы с подробной детализацией. Развитие методик документирования и архивирования результатов

контроля выводит ультразвуковой контроль на новый уровень. Раньше протокол контроля составлялся непосредственно со слов дефектоскописта, но сейчас оборудование позволяет производить автоматическую запись результатов контроля в файл и составлять трехмерное изображение обнаруженных дефектов.

Также плюсом является безвредность ультразвуковых методов по воздействию на оператора. При ультразвуковом контроле отсутствуют опасные для здоровья излучения.

Технологии ультразвукового контроля и современная аппаратура являются актуальным и удобным инструментом для решения экспертных задач. Возможность документирования результатов контроля при техническом диагностировании оборудования позволяет эксперту при необходимости воссоздать процесс контроля, более детально изучить структуру металла или сварного шва в нужной зоне, проанализировать обнаруженные специалистом дефекты для принятия какого-либо решения по оценке технического состояния конструкции.

Список информационных источников

1. Капранов Б. И., Коротков М. М., Акустические методы контроля и диагностики: учеб. пособие /. - Томск : Изд-во ТПУ, 2010.
2. Крылов Н. А., Электронно-акустические и радиометрические методы испытаний материалов и конструкций, Л. — М., 1963;

МЕТОДИКА ВНЕДРЕНИЯ 5S НА РАБОЧЕЕ МЕСТО

Самойлова С.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Васендина Е.А., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

В условиях современного прогрессивного производства, которое оснащено сложной техникой, появляется необходимость в научном подходе к организации труда на рабочем месте каждого из сотрудников. Правильно организованное рабочее место гарантирует правильное построение рабочего процесса, снижает количество лишних и нецелесообразных движений при выполнении заданий сотрудником, сокращает временные затраты, улучшает использование оборудования, повышает объем качественно выполненной работы, обеспечивает сохранность оборудования.

Система 5S – это пять простых действий, которые помогают рационально организовать рабочее пространство. При соблюдении которых, можно извлечь максимальную выгоду из имеющихся ресурсов[4]

Целью 5S служит создание условий, которые будут оптимальны для реализации рабочих операций, сохранения чистоты, порядка и экономии времени. На рабочем месте осуществляется процесс производства, его управление и обслуживание. Оно является начальным звеном производственно-технологической структуры предприятия. Организация рабочего места влияет на эффективность использования самого труда, орудий и средств производства и себестоимость выпускаемой продукции, ее качество и многие другие экономические показатели функционирования предприятия[1].

Для рационального внедрения методики 5S на промышленном предприятии необходимо для начала запустить пилотный проект на одном рабочем месте. Это поможет отработать технологию внедрения методики 5S и выявить угрозы, возникающие при данном процессе.

Рассмотрим применение данной методики внедрения 5S на токарном рабочем месте.

Инициализацией проекта внедрение служит приказ, разработанный представителем системы менеджмента качества предприятия. В приказе должны быть отражены:

- состав команды внедрения с указанием роли каждого из команды;
- календарный план внедрения этапов 5S с указанием ответственных за его реализацию;
- подписи всех заинтересованных сотрудников.

После инициализации проекта необходимо провести обучение всех начальников и мастеров производственных подразделений и команды основным положениям методики 5S. после того как все предварительное приготовления будут завершены можно будет приступить к внедрению методики 5S.

При внедрении 5S происходит в 5 этапов, которые проводятся последовательно: сортировка, рациональное размещение, уборка, стандартизация, совершенствование.

Первый этап «Сортировка»

Сортировать — означает обойти рабочую зону и удалить все ненужное. На этом этапе необходимо разработать критерии «нужности» предметов рабочей зоны. Для этого необходимо проанализировать деятельность токаря и выявить, какие из предметов являются нужными, как часто используются станочником, а какие необходимо убрать из рабочей зоны. Если невозможно определить к какой категории

относится предмет, его необходимо перенести в «красную зону». Красная зона - это зона, в которую перемещаются предметы с рабочего места для определения его необходимости на данном рабочем месте или перемещения в другое место. Решение по таким предметам принимают спустя определенное время, если работа токаря основывается на мелкосерийном производстве, то длительность времени на решение следует увеличить. Предметы, которые оказались ненужными, необходимо перераспределить по другим зонам либо утилизировать [2].

Этап сортировки направлен на устранение беспорядка, обнаружение неиспользуемых предметов и снабжение рабочего места только теми предметами, которые действительно нужны для выполнения работы. Цель этапа состоит в устранении несущественных предметов рабочего пространства. На данном этапе из рабочей зоны удаляются все предметы, не относящиеся к выполнению производственного процесса.

Второй этап «Рациональное размещение»

Цель этого этапа - осуществление размещения предметов в соответствии с требованиями безопасности, качества и производительности труда. Для этого необходимо обеспечить надежный и безопасный доступ к предметам, исключить поиски вещей и сделать так, чтобы брать и класть вещи на место было легко. Зоны для хранения могут быть организованы на полу, либо могут быть организованы специальные стеллажи, шкафы, тумбочки, верстаки и т. д.

Размещение предметов в шкафах и на стеллажах должно обеспечивать их быстрый поиск и возможность визуально определить отсутствие предмета на установленном месте.

При организации этого этапа необходимо вовлекать в процесс наведения порядка в рабочей зоне рабочих и мастеров. Можно поручить им разработку правил разметки для мест хранения похожих предметов, создать стандарты ширины и цвета полос разметки, где будут храниться производственные предметы, средства безопасности и контроля качества. Существенно поможет внедрению программы 5S разработка системы визуального контроля.

Третий этап «Уборка»

Содержать в чистоте — значит обеспечивать рабочему месту и оборудованию опрятность достаточную для проведения контроля и поддерживать ее постоянно.

Необходимо организовать рабочее место, удаляя грязь, пыль, жидкости и прочий мусор. Каждый участник команды оснащен соответствующими инструментами для очистки и наведения порядка на рабочем месте, которые смогут помочь удостовериться, что решение об

устранении того или иного предмета не навредит оборудованию или рабочей зоне.

При наведении порядка в рабочей зоне необходимо разработать карту-график уборки. На него необходимо нанести места, которые необходимо чистить и указать периодичность уборки.

Четвертый этап «Стандартизация»

При выполнении этого этапа командой определяются методы улучшения рабочей зоны как стандарт организации. Цель стандартизации в создании лучших методов и заставить каждого участника команды следовать установленным методам. Стандартизация включает установление и документирование стандартов и правил для поддержания чистоты и правильной организации рабочих мест[3].

При стандартизации требуется активное участия руководства. Оно должно возглавить движение по внедрению 5S. Требования программы 5S должны стать одной из частей профессиональной аттестации работников и превратиться в общую культурную норму.

Пятый этап «Совершенствование»

Для совершенствования системы 5S, руководители предприятия и рабочие должны проводить совместные улучшения. Каждый заинтересованный в этом процессе должен увидеть преимущества, которые дает ему система 5S. Поддержание порядка требует постоянных усилий со стороны рабочих и лидеров команд по обеспечению и контролю выполнения требований.

Цель совершенствования состоит в поддержке толчка, который произошёл в начале проекта внедрения 5S. Совершенствование должно стать частью повседневных действий работника в течении всего дня. Когда усовершенствование отлаживается, появляется вероятность того, что организация рабочего места будет улучшаться, а значит упрощаться действия при реализации рабочего процесса.

В результате проведенной работы можно получить рационально организованной рабочее место, являющееся минимальным источником ненужных затрат и человеческих ошибок, происходит поддержание порядка на рабочем месте.

Список информационных источников

1.5S для рабочих: как улучшить своё рабочее место. Группа разработчиков издательства Productivity Press - на основе Хироюки Хирано.

2. 5S. Электронный ресурс - <http://ru.wikipedia.org/wiki/5S>. Дата обращения: 7.03.2016 г.

3. Вумек Джеймс П., Джонс Даниел Т. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. - М.,: Альпина Бизнес Букс, 2008. ISBN 978-5-9614-0766-2.

4. Гусаковский, С., Шароглазова, В. Пять шагов от хаоса к порядку// Бизнес-ревю - 2007 - №9.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА АТТЕСТАЦИИ, КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ

Семенова Е.А., Белкин Д.С., Барбина Н.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Васендина Е.А., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

В рамках Института неразрушающего контроля (далее – ИНК) работы по аттестации персонала и лабораторий неразрушающего контроля (далее – НК), по механическим испытаниям и техническому диагностированию возложены на Региональный центр аттестации, контроля и диагностики (далее – РЦАКД, Региональный центр) [1]. В Региональном центре с 2006 г. внедрена и успешно функционирует система менеджмента качества (далее – СМК).

Согласно требованиям ISO 9001-2015, организация должна оценивать результаты деятельности и результативность системы менеджмента качества [2]. Оценить деятельность организации можно, используя различные инструменты. Каждая организация, исходя из существующих потребностей и целей, выбирает собственный механизм оценки. Основным инструментом, который применяется организациями при анализе своей деятельности, является оценка результативности.

Модель процессов Регионального центра изображена на рисунке 1.

Среди основных процессов Регионального центра подробнее остановимся на аттестации лабораторий НК. Диаграмма процесса аттестации лабораторий представлена на рисунке 2.

Результатом данного процесса является организационно-техническая готовность лаборатории НК к выполнению работ в заявленной области аттестации в соответствии с требованиями ПБ 03-372-00 [3].

В рамках процессного подхода оценка результативности достигается путем проведения мониторинга и измерений. Проведение мониторинга и оценка результативности процессов необходимы

Региональному центру для поддержания управляемости процессов и оценки их тенденций [4].



Рисунок 1 - Модель процессов РЦАКД

Мониторинг процесса аттестации лабораторий осуществляется с периодичностью один раз в год и совмещается с внутренним аудитом и анализом СМК высшим руководством.



Рисунок 2 - Диаграмма процесса аттестации лабораторий НК

В качестве методов мониторинга и измерений данного процесса были выбраны:

- регистрационный метод;
- расчетный метод (рассчитывается по формуле).

Критерии результативности данного процесса формировались исходя из критериев достижения цели процесса аттестации лабораторий. Фрагмент критериев результативности процесса аттестации лабораторий НК представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Фрагмент критериев результативности процесса

Критерий процесса	Метод мониторинга и измерения	Периодичность	Границы критерия	Весовой коэффициент критерия
Соответствие области аттестации экспертной комиссии области аттестации лаборатории НК	Регистрационный: соответствует / не соответствует	Один раз в год	соответствует	0,15
Своевременность проведения экспертной комиссией проверки лаборатории НК на месте	Рассчитывается по формуле: $P_{пм} = \frac{T_{пм \text{ фактич.}}}{T_{пм \text{ согласов.}}}$ <p>где $P_{пм}$ – результативность времени проведения проверки лаборатории НК на месте, $T_{пм \text{ фактич.}}$ – фактическое время проведения проверки, $T_{пм \text{ согласов.}}$ – время проведения проверки, согласованное с лабораторией НК</p>	Один раз в год	$0 \leq P_{пм} \leq 1$	0,05

На основе результатов, полученных по итогам оценки результативности процессов, формулируются корректирующие и предупреждающие мероприятия. После реализации таких мероприятий осуществляется анализ текущего состояния деятельности организации. Если выявленные несоответствия были устранены, то устанавливаются

более высокие критерии результативности. При неустранении несоответствий необходимо заново оценить процессы на соответствие требованиям заинтересованных сторон, затем сформулировать новые корректирующие и предупреждающие мероприятия и т.д.

На основе процессного подхода была разработана модель комплексной оценки деятельности Регионального центра (см. рис. 3).

Таким образом, комплексная оценка служит элементом управления организацией и описывает не одноразовое мероприятие, а непрерывный процесс, который позволит Региональному центру постоянно совершенствоваться, обновлять процессы, а высшему руководству принимать решения, основанные на фактах.

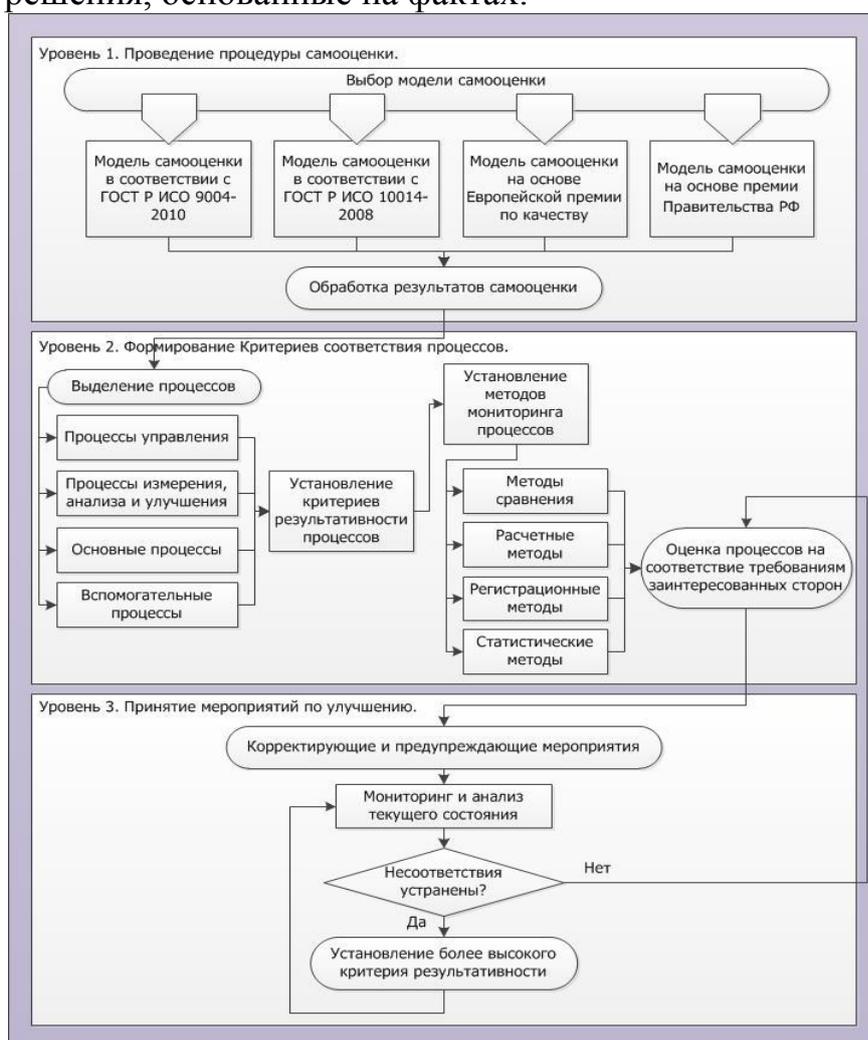


Рисунок 3 – Трехуровневая модель комплексной оценки

Список информационных источников

1. Региональный центр аттестации, контроля и диагностики [Электронный ресурс]. URL: [http:// ndt.tpu.ru/](http://ndt.tpu.ru/) (дата обращения: 05.04.2016 г.).
2. ГОСТ ISO 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М: Стандартинформ, 2015. – 32 с.
3. ПБ 03-372-00 Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля. – М: ПИО ОБТ, 2001. – 36 с.
4. Белобжецкий В. Методы оценки качества услуг // Риск: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2012. – № 1. – С. 374–379.

МЕТОДЫ НЕИВАЗИВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ САХАРА В КРОВИ

Серикбосын Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Юрченко Е.В., к.м.н., старший преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Сахарный диабет – заболевание, при котором организм теряет способность использовать глюкозу для получения энергии, в результате нарушения количественного уровня гормона инсулина или же снижения чувствительности к его действию. Организм не может производить необходимое количество или качество инсулина, который требуется для нормальной циркуляции глюкозы в крови. В настоящее время измерения глюкозы производятся путем прокалывания пальца и извлечения капли крови, которая применяется к тест-полоске, состоящей из химических веществ, чувствительных к глюкозе в образце крови. Оптический измеритель (глюкометр) используется для анализа пробы крови и дает числовое значение содержания глюкозы.

Этот метод контроля уровня сахара достаточно болезненный и некомфортный, особенно, если пробу нужно забирать несколько раз в сутки.

В последние годы получили развитие поиски замены инвазивной технологии неинвазивной без нарушения целостности кожи.

Для облегчения быта и проведения проб у диабетиков есть необходимость разработки неинвазивного глюкометра – прибора, который не требует прокола кожных покровов до крови. Такие приспособления используют различные методы измерения уровня

глюкозы: оптический; ультразвуковой; электромагнитный; термальный и т.д.

На сегодняшний день наиболее часто для неинвазивного определения КГК (концентрация глюкозы в крови) используются оптические методы, так как они безопасны для организма, а именно спектрофотометрический метод. Он основан на пропускании инфракрасного излучения (невидимого излучения с диапазоном длин волн 750нм, 808нм, 940нм, 1050нм и т.д.) через ткань и анализа спектра прошедшего излучения.

Для определения КГК данным методом используется набор сенсоров для получения и анализа сигналов от освещённых ближним ИК излучением тканей. Этот набор включает в себя: источник ИК-излучения, направленный на объект; детектор света, расположенный на противоположной стороне объекта, для получения прошедшего сигнала; микроконтроллер для оценки коэффициента пропускания излучения сквозь ткань и определения значения концентрации глюкозы в крови и дисплей для визуализации данных (Рис.1).

В качестве просвечиваемого образца используются мочка уха или фаланга пальца, так как они в наименьшей степени рассеивает излучение в ИК-диапазоне.

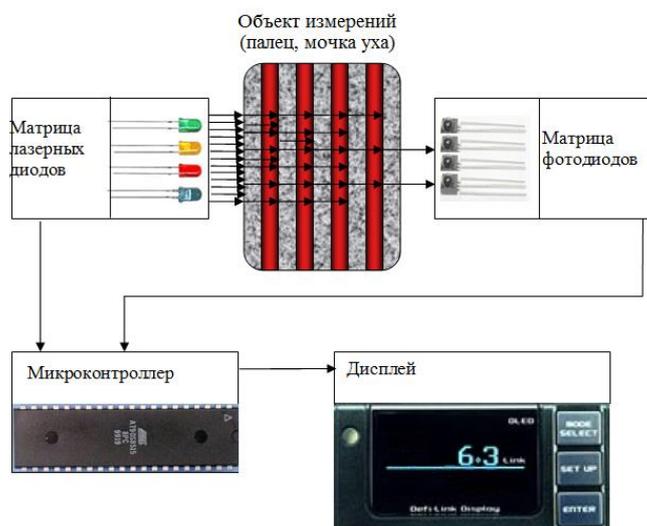


Рисунок 1 – Устройство неинвазивного глюкометра

Для получения нужного сигнала при ИК-излучении, подбираются лазерные светодиоды с длиной волны по спектру поглощения (рис.2).

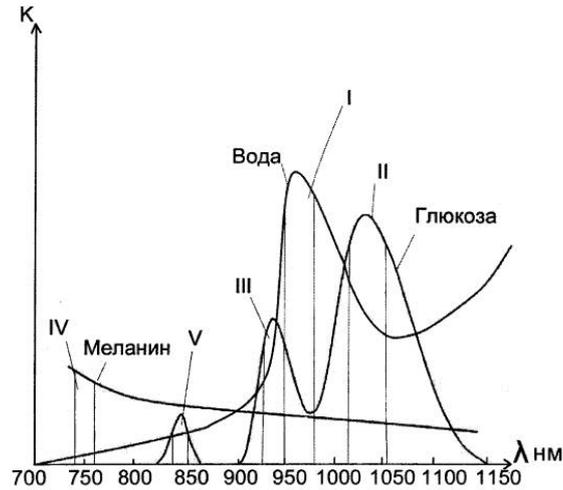


Рисунок 2- Спектры поглощения

В таблице 1 приведены неинвазивные методы измерения сахара в крови, их определения и недостатки.

Таблица 1 – Неинвазивные методы измерения сахар в крови

Методы измерения глюкозы	Определение метода	Недостатки метода
Инфракрасная (ИК) спектроскопия в ближнем диапазоне (750-2500 нанометров)	Метод основан на анализе оптического поглощения ИК-излучения, длины волн которого находятся в области поглощения глюкозы крови (пики 840, 940 и 1045 нм). Для этого излучение должно пройти через телесные ткани и попасть на фотоприемник, где фиксируется соответствующий спектр.	Метод пока не позволяет достичь необходимой точности из-за влияния трудно устранимых побочных эффектов - индивидуальных особенностей кожного покрова и состава межклеточной жидкости, а также наличия сильного пика поглощения воды в области 960 нм.
Поляризационная спектроскопия (Polarization Spectroscopy)	Это изменение плоскости поляризации в зависимости от концентрации глюкозы. Один из первых методов, предложенных для nonGl, причем для измерений используются глаз и видимый свет.	Недостаток метода - наличие, кроме глюкозы, других веществ, также изменяющих поляризацию света, влияние

		температуры и роговицы глаза. Учесть все эти факторы оказалось весьма непросто.
Электромеханический метод	Исследование зависимости электрических характеристик крови от уровня глюкозы. Обычно рассматриваются такие параметры, как проводимость крови, ее электрическое сопротивление, емкость, электроемкость определенного участка тела - например, кончика пальца при касании пластины детектора	Данный способ весьма чувствителен к особенностям кожи (тонкая или грубая), наполнению кровью сосудов в области анализа, температуре тела, кровяному давлению и ряду других обстоятельств
Спектроскопия комбинационного рассеяния (Raman Spectroscopy)	Образец облучается монохроматическим светом, которым обычно является лазер. В результате анализа можно идентифицировать химические компоненты (определять природу вещества) или изучать внутримолекулярные взаимодействия. Рабочий диапазон частот $0.5-8000 \text{ см}^{-1}$	
Физико-химический метод	Определение уровня глюкозы в межклеточной жидкости. В этом случае используются разные варианты технической реализации: можно извлечь межклеточную жидкость сквозь кожу, воздействуя на область анализа слабым электрическим током; можно с помощью лазера создать микропоры, в которых собирается межклеточная жидкость. Для определения глюкозы в ней используют специальный сенсор.	Уровень глюкозы в межклеточной жидкости не отражает моментального значения глюкозы крови, а запаздывает на 10-30 минут. Существуют и другие сложности, связанные с состоянием кожи пациента, необходимостью заменять область анализа и т.д.
Глазная спектроскопия	Используются специальные контактные линзы, на которые наносится гидрогель. Гидрогель взаимодействует с глюкозой слезной жидкости, при этом его цвет меняется в зависимости от концентрации глюкозы, что отслеживается с помощью	Уровень глюкозы в межклеточной жидкости не отражает моментального значения глюкозы

	спектрофотометра	крови, а запаздывает на 10-30 минут.
--	------------------	--------------------------------------

Проанализировав все вышеперечисленные неинвазивные методы измерения глюкозы в крови, приняв во внимание все недостатки уже известных приборов можно будет создать глюкометр, который будет более совершенным и универсальным, а именно: более простым в применении, с минимальной погрешностью измерения, более экономичным и подходящим для людей следящих за уровнем сахара в крови.

Список информационных источников

1. В.М.Шмелев, В.М.Бобылев, А.М.Тихонов, О.В. Демин «Устройство для неинвазивного определения концентрации глюкозы», патент RU 2233111; подан 19.08.2009, получен 11.10.2010 (см. <http://www.findpatent.ru/patent/223/2233111.html>).

2. А.Г.Григорян, А.С.Аджемов, Э.В.Крыжановский «Способ неинвазивного определения КГК в крови», патент RU 2574571; подан 19.08.2011, получен 11.10.2012 (см. <http://www.findpatent.ru/patent/257/2574571.html>).

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ СТАНДАРТА ISO 9001:2015

Синебрюхова В.Ю.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Плотникова И.В., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Стандарт ISO 9001 является одним из самых популярных стандартов в мире. Множество организаций различного рода деятельности, разные по величине и структуре прошли сертификацию по этому стандарту. Поэтому любое изменение его содержания вызывает большой интерес.

Первая версия стандарта ISO 9001 была выпущена в 1987 году Техническим комитетом ИСО/ТК 176. С этого момента стандарт начал набирать популярность. Далее версии стандарта выходили в 1994, 2000 и 2008 году. Время не стоит на месте, экономика становится более

обширной современные системы качества требуют новых технологий управления. А также требуется учесть опыт применения предыдущих версий стандарта. Следовательно, выпуск стандарта 2015 года был ожидаем.

Основные изменения представляют собой нововведенные или отмененные требования. Но построение системы качества без изменения основывается на принципе «Ориентация на потребителя».

Перечисление разделов основано на цикле непрерывного улучшения Шухарта–Деминга (PDCA). Данная структура теперь применяется для всех стандартов ISO, описывающих требования к системам менеджмента. Это серьезный шаг, который позволит существенно сэкономить усилия организаций при внедрении интегрированных систем менеджмента.

Разделы 1,2 и 3 содержат информацию идентичную разделам 1,2 и 3 ISO 9001:2008.

Раздел 4. Окружение организации. Нововведения представляют собой следующее:

- фокус на заинтересованные стороны и процессы;
- отказ от руководящих документов (руководство и процедуры);

4.1 Понимание организации и ее окружения. Требуется определить внутренние и внешние условия работы организации, которые влияют на результат работы и на систему качества.

4.2 Понимание потребностей и ожиданий заинтересованных сторон.

Концепция заинтересованных сторон расширяет фокус организации, выводя его за пределы только потребителей. Необходимо учитывать все заинтересованные стороны.

4.3 Область действия системы менеджмента качества. Границы применения должны быть документально определены.

4.4 Система менеджмента качества и процессы организации. Этот раздел во многом схож с разделом 4.1 версии стандарта 2008 года. Организация должна определить процессы необходимые для системы качества и управлять этими процессами, и дополнительно определить риски и возможности каждого процесса.

Управление документацией вынесено в другой раздел

Раздел 5. Лидерство. Нововведения представляют собой следующее:

- Анализ со стороны высшего руководства перенесен в другой раздел;
- нет больше представителя руководства по качеству;

- термин «организационные роли».

5.1 Лидерство и обязательства. Высшее руководство должно демонстрировать свое лидерство в системе менеджмента качества.

5.2 Политика в области качества. В соответствии с ISO 9001:2015 высшее руководство должно разрабатывать, анализировать и пересматривать политику в области качества.

5.3 Роли, ответственность и полномочия в организации. Данный раздел обязывает высшее руководство определить ответственность и полномочия и распределить необходимые роли в организации.

Раздел 6. Планирование системы менеджмента качества. Нововведение: появление менеджмента рисков и менеджмента изменений

6.1 Действия по реагированию на риски и возможности. Это принципиально новые требования ISO 9001:2015. Организация должна определить риски и возможности, которые способны повлиять на систему качества и результаты работы организации.

6.2 Цели в области качества и планирование достижения целей. Организация должна установить цели в области качества для всех уровней, функций и процессов.

6.3 Планирование изменений. Если организация определит необходимость в изменениях системы качества, то такие изменения должны выполняться в соответствии с разработанными планами.

Раздел 7. Обеспечение. Нововведения представляют собой следующее:

- знания – ресурс, которым нужно управлять;
- внутренними и внешними связями нужно управлять.

7.1 Ресурсы. Раздел представляет общие требования по управлению ресурсами, а также требования по управлению знаниями.

7.2 Компетенции. По своему содержанию, требования данного раздела схожи с требованиями п.п. 6.2 стандарта ISO 9001:2008. Он содержит в себе требования к компетенции персонала организации.

7.3 Осведомленность. Здесь ISO 9001:2015 устанавливает требования к осведомленности персонала по вопросам политики и целей в области качества и результативности системы качества.

7.4 Взаимодействия. Этот раздел стандарта ISO 9001:2015 требует от организации определить внешние и внутренние взаимодействия, которые могут повлиять на систему качества.

7.5 Документированная информация. Стандарт вводит новое понятие, заменяющие собой применяющиеся в версии 2008 г. понятия «документированная процедура» и «записи». Раздел содержит общие

требования к документированной информации, требования к ее созданию и обновлению.

Раздел 8. Процессы. Нововведение: аутсорсинг и закупки управляются с помощью общего пункта стандарта

8.1 Планирование и управление процессами. Организация должна планировать, применять и управлять процессами, необходимыми для системы качества.

8.2 Определение требований к продукции и услугам. Организация должна определить и установить процессы взаимодействия с потребителями, определить требования, связанные с продукцией и услугами и проводить регулярный анализ этих требований.

8.3 Разработка и проектирование продукции и услуг. Раздел представляет общие требования по проектированию и разработке входных данных, методов контроля, и разработке изменений.

8.4 Управление внешним обеспечением продукции и услуг. Требования этого раздела схожи с требованиями раздела 7.4 стандарта ISO 9001:2008 по управлению закупками. В раздел включены общие требования по управлению внешним обеспечением, требования к виду, степени и управлению информацией по внешнему обеспечению.

8.5 Сохранение продукции и услуг. Этот раздел содержит требования по управлению готовой продукцией и услугами, требования по идентификации и прослеживаемости, защите продукции и действиям после поставки.

8.6 Выпуск продукции и предоставление услуги. В данном разделе определены требования по выполнению действий до поставки продукции потребителю.

8.7 Управление несоответствующими процессами, продукцией или услугами. Требования этого раздела определяют необходимые действия организации в случае возникновения несоответствий в процессах, продукции или услугах.

Раздел 9. Проведение оценки. Нововведение: в раздел включен анализ менеджмента качества.

9.1 Мониторинг, измерения, анализ и оценка. В раздел включены общие требования по проведению мониторинга, измерений, анализу и оценке, требования по измерению удовлетворенности потребителей.

9.2 Внутренний аудит. Требования данного раздела схожи с требованиями п.п. 8.2.2 стандарта ISO 9001:2008.

9.3 Анализ системы менеджмента. Содержит требования к высшему руководству организации. Высшее руководство должно планировать и регулярно проводить анализ системы менеджмента организации.

Раздел 10. Улучшения. Нововведения представляют собой следующее:

- предупреждающие действия исключены по факту из стандарта;
- постоянное улучшение – самостоятельное требование, помимо корректирующих действий.

10.1 Общие требования. В этом разделе определены требования по проведению улучшений в процессах, продукции и услугах, а также системе менеджмента качества организации.

10.2 Несоответствия и корректирующие действия. Здесь представлены требования по действиям организации в случае обнаружения несоответствий, и необходимость проведения корректирующих действий.

10.3 Непрерывное улучшение. Требования этого раздела обязывают организацию использовать свои возможности для непрерывного совершенствования результатов работы и системы менеджмента качества.

Система менеджмента качества

СМК – динамичная система, которая совершенствуется с течением времени благодаря периодическим улучшениям и инновациям. В каждой организации осуществляется деятельность по менеджменту качества, вне зависимости была ли она формально запланирована или нет.

Формализованная СМК создает основу для планирования, выполнения, мониторинга и улучшения деятельности по менеджменту качества. СМК не обязательно должна быть сложной; скорее, она должна точно отражать потребности организации. Ценным руководством при разработке СМК являются основные понятия и принципы, содержащиеся в стандарте ISO 9000:2015.

Планирование СМК – это не единичное событие, а постоянный процесс. Планы меняются по мере накопления организацией опыта и изменения обстоятельств. Также для организации важно регулярно проводить мониторинг и оценивать функционирование СМК.

Результативность СМК оценивается посредством проведения внутренних аудитов. Также внутренние аудиты помогают выявить риски и определить выполнение требований. В ходе аудита должны быть собраны свидетельства, а далее, на основе свидетельств, предприняты действия для улучшения функционирования СМК

Руководство по качеству

Руководство по качеству – это документ, устанавливающий требования для системы менеджмента качества. Содержит основные положения, место и роль системы менеджмента качества в организации,

а также устанавливает принципы ее построения, структуру, основные процессы и взаимодействие между ними.

Целью руководства по качеству является реализация Политики в области качества.

Задачи руководства по качеству:

- обеспечение единства требований международной системы качества;
- установление порядка разработки документации Системы менеджмента качества;
- удовлетворение требований и ожиданий потребителей;
- постоянное совершенствование Системы менеджмента качества.

Стандарт ISO 9001:2015 больше не содержит требований об обязательном наличие документа «Руководство по качеству» в системе менеджмента качества, но руководство АО «АНПЗ ВНК» приняло решение об актуализации существующего руководства по качеству в соответствии с новой версией стандарта.

Список информационных источников:

1. ГОСТ Р ИСО 9001:2008 Системы менеджмента качества. Требования.
2. ГОСТ Р ИСО 9001:2015 Системы менеджмента качества. Требования.

НОСИМОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ КРУГЛОСУТОЧНОГО МОНИТОРИНГА АРИТМИИ

Солдатов В.С., Лежнина И.А., Уваров А.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Лежнина И.А., к.т.н., к.т.н., доцент
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Из-за быстрого развития рынка телемедицины высока вероятность того, что скоро медицинские гаджеты войдут в обыденность. Увеличивается частота появления ситуаций, когда медицинские гаджеты помогают своевременно поставить диагноз и спасти жизнь. Устройства для кардиомониторинга являются одним из актуальных направлений телемедицины, так как сердечно-сосудистые заболевания лидируют в структуре смертности. Примерно 17 млн. человек в год умирает от ССЗ. Из них 50% приходится на внезапную сердечную смерть (ВСС), которая в 80% случаев начинается с аритмии и фибрилляции сердца [1]. Проблема диагностики аритмии

заключается в том, что данное заболевание имеет эпизодический характер и не всегда удается выявить ее при разовой регистрации ЭКГ. С этой целью было решено создать устройство для постоянного ношения с целью регистрации ЭКГ и тем самым вовремя выявлять аритмию.

Существуют множество различных приборов для решения этой проблемы (рис.1). Но и у них есть ряд недостатков. Например, ЭКГ Холтера имеют высокую цену, поэтому доступны не всем. Даже современные Холтеры не способны проводить непрерывный мониторинг длительное время. Другие устройства как пульсометры вовсе не регистрируют ЭКГ, а лишь ЧСС, а этой информации недостаточно для того, чтобы врач мог судить о нарушениях ритма [2].

Прибор будет лишен вышеперечисленных недостатков. Задача состоит в том, чтобы сделать устройство для ежедневного пользования в режиме 24/7, причем, таким образом, чтобы прибор не мешал активной деятельности человека. Главным преимуществом как раз будет регистрация ЭКГ, а также сохранение данных, до и после приступа аритмии. Браслет содержит медицинские алгоритмы, которые будут обрабатывать данные. Данные полученные с датчиков будут отправляться на смартфон. На экране смартфона человек сможет увидеть полученную ЭКГ, сможет сохранить данные и отправить данные в облачный сервис, где в дальнейшем врач сможет ознакомиться с этими данными [3].

	Пульсометр	ЭКГ холтер	Фитнес-трекер
Внешний вид			
Ежедневный мониторинг	✓	✗	✓
Измерение пульса	✓	✓	✓
Регистрация ЭКГ	✗	✓	✗
Эргономичность и эстетичность	✓	✗	✓
Адаптирован под медицину	✗	✓	✗
Ценовая доступность	50\$ и выше	От 800\$	50\$ и выше

Рис. 1 Существующие аналоги

Проводились эксперименты, с целью, узнать в каких же отведениях можно снять ЭКГ необходимого качества. Для верификации и сравнения данных, измеряемых с руки, одновременно снимали ЭКГ с поверхности груди. И таким образом обнаруживали те временные промежутки, в которых происходит сокращение сердца. Идеальным решением была бы регистрация ЭКГ с запястья одной руки, но, к сожалению, разность потенциалов в данной точке очень маленькая и полученный сигнал терялся в помехах (рис.2).

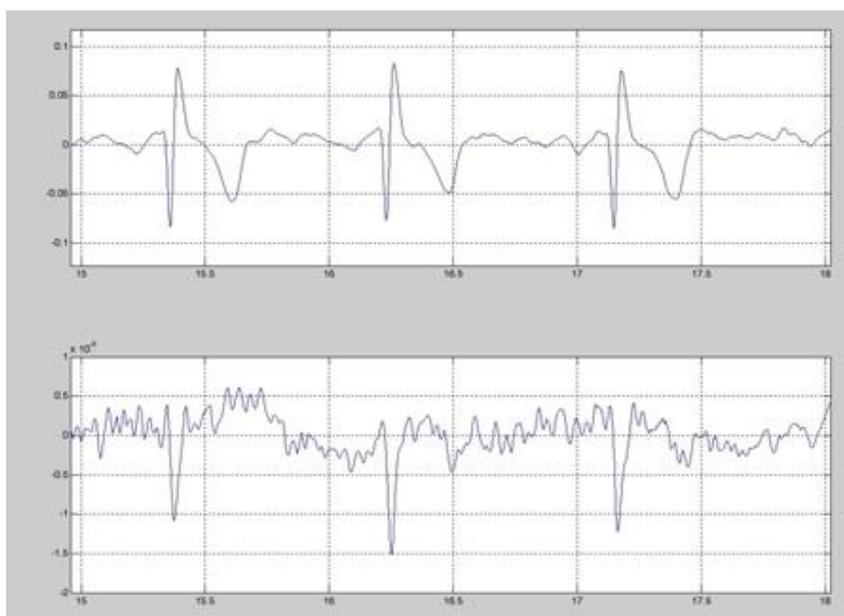


Рис. 2 ЭКГ полученные с груди (сверху) и руки (снизу)

Другим решением стало использование двух браслетов и синхронизация их по беспроводной связи (рис.3). Если сравнить его с ЭКГ полученной с грудного отведения, можно увидеть что R-зубцы и QRS комплекс совпадают, а значит можно говорить о достоверности данного эксперимента. Был получен очень стабильный сигнал, и было решено использовать этот вариант решения проблемы.

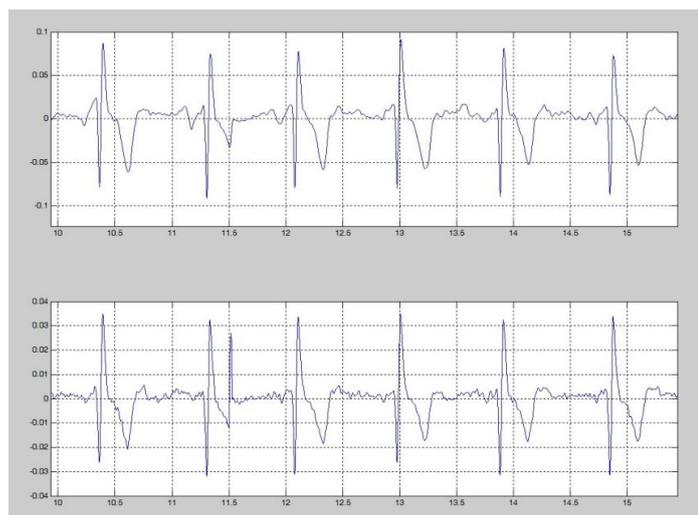


Рис.3 ЭКГ полученные с груди (сверху) и с запястья правой и левой руки (снизу)

В настоящее время ведётся разработка прототипа. И в планах улучшение измерительной схемы с целью повышения качества получаемой ЭКГ.

Список информационных источников

1. Global Telemedicine Market (2015-2019), Mordor Intelligence, August 31, 2015
2. Ростислав Ж. Медицинские технологии будущего [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://kardi.ru/ru/index/Article?&ViewType=view&Id=52>
3. Бояхчян А.А., Оверчук К.В., Стасевский В.И., Солдатов В.С., Уваров А.А., Лежнина И.А. Проект браслета-монитора аритмии [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2016/1552/23150>

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСПЕКЦИОННЫХ ДОСМОТРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ С ФУНКЦИЕЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЕЩЕСТВ ОБЪЕКТОВ КОНТРОЛЯ

Струговцов Д.В., Осипов С.П.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., ведущий научный
сотрудник Российско-китайской научной лаборатории
радиационного контроля и досмотра*

В последние десятилетия наблюдается рост международной напряженности, который проявляется в постоянном увеличении количества региональных конфликтов и в усиливающейся угрозе международного терроризма. Следует также отметить стремительный рост правонарушений и преступлений, которые связаны с внешнеторговой деятельностью. Указанный фактор обусловлен всемирной глобализацией, который привел к существенному переделу рынков стран производителей и стран потребителей. Увеличение объемов товаров, перемещаемых через границы государств, образование таможенных союзов, внешнеэкономическая ситуация в мире – все это привело к практической невозможности проведения тотального досмотрового контроля транспортных и пассажирских потоков традиционными методами. Создание, совершенствование и масштабное внедрение различных реализаций инспекционных досмотровых комплексов существенно снизило влияние указанных негативных факторов на экономическую и национальную безопасность стран [1, 2], в том числе и Российской Федерации.

Инспекционные досмотровые комплексы предназначены для дистанционного получения информации о содержании транспортных упаковок, транспортных средств, багажа и ручной клади, в результате анализа цифровых теневых радиографических изображений. В конце XX века получил развитие метод дуальных энергий (МДЭ) [3], который позволяет идентифицировать материалы объектов контроля (ОК) и их фрагментов. Метод способствует предотвращению нарушения таможенных законов государств и сдерживанию терроризма.

Метод дуальных энергий наиболее сложен в практическом использовании при досмотровом контроле крупногабаритных объектов – контейнеров, легковых и грузовых транспортных средств. Сложность обусловлена особенностями взаимодействия высокоэнергетического рентгеновского излучения с веществом [4, 5].

Совершенствование высокоэнергетических инспекционных досмотровых комплексов с функцией идентификации материалов ОК развивается по нескольким основным направлениям, которые связаны с источниками и регистраторами рентгеновского излучения, алгоритмами формирования и обработки информации в МДЭ; механическими улучшениями существующих конструкций комплексов. Рассмотрим каждую выделенную категорию более подробно.

В качестве источников излучения могут использоваться линейные и циклические (бетатроны) ускорители электронов.

Линейные ускорители электронов получили новое применение в сфере досмотрового контроля. Используя указанные выше ускорители в целях инспекционного досмотрового контроля, можно получить энергию рентгеновского излучения до 10 МэВ.

Комплексы [4], построенные на основе линейных ускорителей электронов, предназначены для обнаружения тяжелых и радиоактивных материалов, а также для проведения досмотрового контроля железнодорожных составов (Rapiscan System). Основными достоинствами таких комплексов являются:

- большая мощность пучка при любых энергиях;
- высокая проникающая способность по стали (340 мм);
- высокая скорость сканирования.

Однако при всем обилии достоинств данные комплексы обладают существенными недостатками:

- огромные массогабаритные параметры;
- значительные временные и материальные затраты на возведение комплексов;
- высокая стоимость эксплуатации комплексов.

Для инспекционного досмотрового контроля большее распространение получили малогабаритные импульсные бетатроны (МИБ). Использование бетатронов кардинально уменьшает массогабаритные параметры и требует меньших затрат на изготовление и установку конечного продукта (комплекса). Чаще всего применяются бетатроны, которые способны генерировать последовательность импульсов с энергиями равными 4 и 6 МэВ. Однако, как показывают эксперименты, проведенные на комплексе РКНЛ РКД ИНК ТПУ, большей производительностью и большей эффективностью обладает комплекс, разработанный на базе бетатрона с энергиями импульсов равными 4,5 и 9 МэВ [5, 6].

К настоящему времени отсутствуют объективные и экспериментально подтвержденные данные о четко очерченных областях применения различных ускорителей электронов. Поскольку

задачи, которые можно решать при помощи данных комплексов, абсолютно одинаковы.

Отметим основные достоинства комплексов работающих на основе МИБ с энергиями импульсов 4,5 и 9 МэВ по сравнению с установками на линейных ускорителях и бетатронах с энергиями 4 и 6 МэВ:

- меньшие массогабаритные параметры;
- более прост монтаж;
- проникающая способность по стали свыше 350 мм;
- меньшие материальные затраты;
- высокий уровень идентификации веществ.

Из недостатков следует отметить невысокую мощность источника высокоэнергетического рентгеновского излучения и, следовательно, низкую производительность контроля, несовершенство ПО установки, возникновение шумов, отсутствие возможности съемки в двух перпендикулярных плоскостях.

В качестве детекторов рентгеновского излучения в инспекционных досмотровых комплексах предпочтение отдается сцинтилляционным детекторам на основе CdWO_4 . Такие сцинтилляторы имеют большую плотность и значительный эффективный атомный номер, что и обуславливает их высокую эффективность регистрации.

Алгоритмы формирования и обработки радиометрической информации в методе дуальных энергий постоянно совершенствуются и корректируются. В последнее время все чаще и чаще стали создаваться алгоритмы, направленные на улучшение качества полученного исходного цифрового изображения. Разрабатываются алгоритмы фильтрации шума, повышения контрастности и четкости изображения. При проведении контроля для повышения эффективности инспекционного досмотра, как показывает практика, необходимо применение двух взаимно перпендикулярных источника излучения и линейки детекторов. Желательно, чтобы источники оказывали минимальное воздействие друг на друга.

На мой взгляд, обосновано внедрение в основное ядро программы алгоритма, позволяющего построить приблизительное объемное изображение контролируемого объекта для большей наглядности объекта контроля. Затем полученное 3D-изображение должно пройти алгоритмы цветовой коррекции и фильтрации. Алгоритм цветовой коррекции и фильтрации подразумевает под собой возможность скрывания какого-либо фрагмента объекта контроля (например, корпуса), что позволит рассмотреть 3D-изображение на наличие мелких незаметных глазу тайников, в которых могут перевозиться наркотики, драгоценные металлы и камни, ювелирные украшения и пр.

Для реализации указанных выше алгоритмов необходимо применение высокопроизводительных компьютеров с быстродействующим процессором и мощной видеокартой. Разрешение экрана должно быть не менее 1980x1080 пикселей. Это одно из первых и важных механических улучшений комплекса. Второе улучшение, как уже было отмечено ранее, заключается во внедрении двух взаимно перпендикулярных источников и линеек детекторов.

Для мобильных комплексов так же не менее важным является включение амортизационной системы для рамки с детекторами. Включение в состав такого рода системы способствует снижению уровня шума изображения возникающего из-за неровности дорожного полотна, сильных порывов ветра и неравномерности движения сканирующего комплекса.

Инспекционные досмотровые комплексы относительно новая и молодая тема, которая с каждым годом привлекает к себе все больше и больше внимания. Постоянная модернизация и усовершенствование комплекса являются неотъемлемой частью обеспечения безопасности населения в чрезвычайных ситуациях связанных с террористическими актами, а также контрабандными перевозками запрещенных объектов и товаров.

Список информационных источников

1. Барышникова, Е.Ю. Факторы эффективности в управлении таможенным делом // Транспортное дело России. – 2009. – № 3. – С. 90–92.
2. Кокорева, И., Щелкунов, Г. Рентгеновские комплексы в системах инспекционно-досмотрового контроля // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2007. – № 4. – С. 36–41.
3. Ogorodnikov, S., Petrunin, V. Processing of interlaced images in 4–10 MeV dual energy customs system for material recognition // Physical Review Special Topics-Accelerators and Beams. – 2002. – V. 5. – № 10. – No. paper 104701. – 11 p.
4. Jaccard N., Rogers T. W., Griffin L. D. Automated detection of cars in transmission X-ray images of freight containers //Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 2014 11th IEEE International Conference on. – IEEE. – 2014. – P. 387-392.
5. Чахлов, С.В., Осипов, С.П. Высокоэнергетический метод дуальных энергий для идентификации веществ объектов контроля // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 9. – С. 9–17.

6. Osipov, S.P., Chakhlov, S.V., Osipov, O.S., Shtein, A.M., Strugovtsev, D.V. About accuracy of the discrimination parameter estimation for the dual high-energy method // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering / RTER2014. Tomsk –2015. – Vol. 81. – No. paper 012082. – 13 p.

ПРАКТИКА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ: УЛУЧШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ

Суртаева А.В.

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Мойзес Б.Б., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Совершенствование бизнес процессов связано, в основном, с измерением эффективности и завершенности каждого из определенных шагов в установленных границах процессов. Методы, которые компания реализует, чтобы достичь планируемых улучшений, фактически, выбираются, исходя из системы управления бизнес процессами, принятой в данной организации. Наилучшая стратегия, в данном случае, помогает не только повысить результативность отдельных процессов, но и в целом увеличить скорость реакции на внутренние и внешние изменения. [1]

Управление процессами подразумевает идентификацию, контроль, измерение и оптимизацию хода любого вида деятельности, которые в системе перерастают в планирование и реализацию предупреждающих действий и непрерывных улучшений. Предвосхищение ожиданий клиентов и высокое качество выпускаемого продукта являются основным преимуществом компании в условиях рыночной конкуренции. При существующем разнообразии продуктов заменителей у покупателя есть возможность требовать товары все более высокого качества по низким ценам. Зачастую, для компании это значит поиск как можно более дешевого способа быстрого улучшения текущей деятельности (бизнес процессов). [2]

На сегодняшний день существует множество методов и подходов улучшить или, вовсе, пересмотреть ход процесса, каждый из которых имел, как провал, так и успех в разных организациях. Последствия практического применения тех или иных инструментов сложно спланировать с точки зрения финансовых преимуществ, особенно в условиях быстро меняющегося рынка. Основная проблема в том, что руководителям организаций важно немедленное получение результатов

при единичном использовании какого-то одного инструмента, после чего, возможно, они захотят продолжить движение в данном направлении. Тем временем, повышение результативности деятельности организации во многом определяется ее готовностью сменить философию управления в целом, готовность внедрить принцип непрерывного улучшения, основанного на цикле Деминга (PDCA цикле). [3,4]

Уникальность современных компаний определяет необходимость формирования индивидуальной системы управления бизнес процессами. Общими остаются основные фазы, такие как: выделение процессов, определение их границ, ролей участников, критериев результативности, методов улучшения процесса, способы анализа и контроля результатов. Инструменты и методы, используемые в ходе управления процессами формируются в систему, которая для каждой организации становится уникальной, исходя из поставленных целей. [5]

Формирование пути совершенствования компании начинается прежде всего с анализа текущей ситуации, установления точки отсчета. Чтобы понять, куда двигаться, нужно определить, где организация находится на данный момент относительно окружающих объектов и условий. Для этой цели можно использовать различные методы анализа, а можно принять участие в конкурсе, премии по качеству. Наборы выдвинутых критериев помогут определиться с текущей ситуацией, сравнить собственные успехи с практикой других организаций, найти компанию, готовую сотрудничать и делиться опытом. Инструменты самооценки, включенные в конкурсную программу, помогут определить наиболее слабые стороны бизнеса и спланировать требуемые изменения, направить усилия, в первую очередь, на улучшения процессов, которые могут нести в себе проблемы в будущем. Сами премии базируются на философии Всеобщего управления качеством (TQM), что, так или иначе, требует от организации принятия и, главное, преобразование всей культуры компании на основе данного подхода к управлению. [5,6]

Программа улучшения процессов может включать в себя различные инструменты и подходы. Наиболее общие методики:

- FAST – методика быстрого анализа решений
- Реинжиниринг процессов;
- Бенчмаркинг;
- Перепроектирование процесса.

Для создания наиболее эффективной системы управления процессами компания может интегрировать различные инструменты, методы и подходы. Методика быстрого анализа решений, например, не

мешает внедрению инструментов перепроектирования процессов. Улучшение каждого из процессов также происходит по PDCA циклу, на каждом шаге которого у организации есть выбор из ряда инструментов.

Для контроля над процессами необходимо использование системы документации. С точки зрения управления качеством, наиболее оптимальным выбором контроля документации является стандарт ISO 9001, предъявляющий общие необходимые требования к системе управления, которые отличаются гибкостью и обоснованностью и могут быть адаптированы в любой организации. [5]

Важным аспектом в любой системе управления является ее экономическая обоснованность. Финансовые работники компании должны стать активными участниками любых проводимых изменений, связанных с качеством. Их вовлеченность не должна ограничиваться подсчетом затрат на ресурсы, они должны участвовать в аудитах, входить в группу по разработке улучшений, выявлению проблем, помогать разбирать спорные ситуации, идентифицировать связи внутри и между процессами, чтобы наиболее полно отражать финансовые улучшения компании и понимать причины таковых. [1]

Условие непрерывности совершенствований должно соблюдаться во всем. Цикличный подход является одной из причин регулярного участия в премиях по качеству, которое станет отправной точкой для планирования улучшений на следующий период, после которого возникнет необходимость оценки текущего состояния дел и, как следствие, участие в конкурсе. Стремление показать свои успехи, возможно, станет одним из наиболее важных мотивирующих факторов, а созданный имидж – половина успеха. В данной ситуации многое зависит от политики компании, к чему стремится организация, до какой точки они видят свое будущее.

Список информационных источников

1. Institute of Management Accounts. Implementing Process Management for Improving Products and Services [Электронный ресурс] // URL: imanet.org/docs/default-source/thought_leadership/operations-process-management-innovation/implementing_process_management_for_improving_products_and_services.pdf?sfvrsn=2.

2. Tools & Technics for Process Improvement // “From Quality to Excellence” Department of Trade and Industry.

3. Gershon M. Choosing Which Process Improvement Methodology to Implement [Электронный ресурс] // URL: na-businesspress.com/JABE/Jabe105/GershonWeb.pdf.

4. Егоров А. Этапы улучшения качества процессов [Электронный ресурс] / Центр статистических технологий URL: nickart.spb.ru/clause/text_24.php.

5. Ковалев С., Ковалев В. Методы анализа и оптимизации бизнес процессов // Консультант директора. №7. 234 – 2005.

6. Carlos Bou-Llusar J. An empirical assessment of the EFQM Excellence Model: Evaluation as a TQM framework relative to the MBNQA Model [Электронный ресурс] // URL: iem.unifei.edu.br/turrioni/PosGraduacao/PQM07/pnq_aula_8_e_9/Excellence%20model%201.pdf.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ПРОДОЛЬНЫХ ВОЛН

Сыдыков Ж.Б.

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., ведущий эксперт
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Неразрушающие методы контроля качества (НК) нашли широкое применение в металлургической, металлообрабатывающей, машиностроительной промышленности. Большое значение приобретает задача разработки новых методов контроля, расширяющих область применения средств НК. Относительно новым направлением является ультразвуковая дефектоскопия с использованием электромагнитно-акустических преобразователей ЭМАП [1]. Несмотря на то, что в ГОСТе-147882-86 прописана возможность подключения ЭМАП к стандартному УЗ дефектоскопу, широкого распространения пока практической дефектоскопии этот метод не получил.

Главными причинами этого является малый коэффициент преобразования, по сравнению с пьезоэлектрическим преобразователем и отсутствие в литературе данных по характеристикам акустического поля, создаваемого ЭМАП в металлах. Но у ЭМАП есть очень существенное преимущество перед ПЭП – бесконтактность, что позволяет контролировать изделия с шероховатой поверхностью, а именно литьё. Во многих случаях зачистка поверхности до Rz40 невозможно.

Поэтому проблема повышения эффективности ЭМАП и исследование формы его акустического поля является актуальной.

Изучением этих вопросов занимается разные исследователи [2,3,4,5]. Имеется много информации о различных конструкциях

магнитных систем ЭМАП, способов изготовления и размещения рабочих обмоток, схем питания преобразователей [6,7,8,9,10].

За основу конструкции преобразователя принята магнитная система по [11], обеспечивающая при небольших габаритах достаточную напряженность магнитного поля в изделии и замкнутость магнитного потока, обеспечивающую безопасность работы с ЭМАП. Схема преобразователя приведена на рисунке 1.

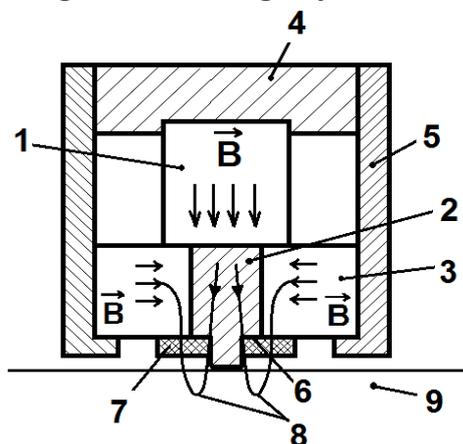


Рис.1. Схема ЭМА преобразователя

Магнитная система содержит постоянный магнит в форме цилиндра с направлением намагничивания вдоль оси (1), концентратор из них магнитномягкого металла (2), дополнительный магнит (3) с направлением намагничивания по нормали к боковым граням концентратора и с обеспечением одинаковой полярности всех примыкающих к концентратору полюсов, полюсный наконечник(4), расположенный на противоположном от концентратора торце магнита, магнитопровод (5), расположенный между дополнительным магнитом и полюсным наконечником, индуктор (7) для возбуждения и приёма продольных волн. В отличие от [11], на рабочем конце концентратора выполнена проточка (6), диаметр которой меньше внешнего диаметра концентратора, а катушка индуктора (7) для возбуждения и приёма продольных волн располагается между магнитопроводом и концентратором, причём внутренний диаметр катушки равен диаметру проточки, а внешний диаметр катушки находится между внутренним диаметром магнитопровода и внешним диаметром концентратора.

Так как намагниченность дополнительного магнита нормальна к внешней поверхности концентратора, силовые линии магнитного поля основного магнита (2) и дополнительного магнита (3) будут иметь встречное направление (8) и будут выпираться контролируемое изделие

(9). Максимальная концентрация силовых линий имеет место на границе между боковой поверхностью концентратора и внутренней поверхностью дополнительного магнита.

Максимальная эффективность преобразования при излучении и приёме продольных волн будет иметь место в том случае, если витки катушки индуктора будут охватывать зону максимальной концентрации силовых линий, т.е. внутренний диаметр катушки должен быть меньше внешнего диаметра концентратора, а внешний диаметр катушки должен быть больше внешнего диаметра концентратора.

Для снятия диаграмм направленности был изготовлен образец из алюминия в виде набора полуцилиндров радиусами 30, 50, 70, 90 мм. ЭМАП крепился в центре окружности через прокладки различной толщины (рис. 2).

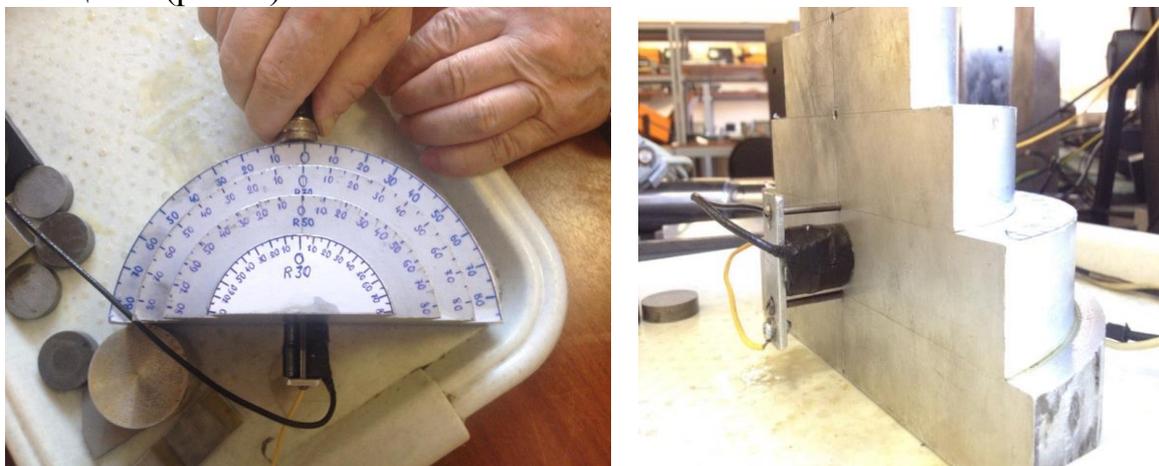


Рис.2. Образец для снятия диаграмм направленности

Распределение давления в пучке, создаваемом преобразователем, в зависимости от угла отклонения от оси измерялось стандартным прямым преобразователем.

ЭМАП и ПЭП были настроены на частоту 2,5 МГц. Для измерений использовался стандартный дефектоскоп УСД-60. В режиме измерения ЭМАП подключался к гнезду генератора «выход», а приёмный ПЭП подключался к гнезду «входа». В режиме приёма ПЭП подключался к гнезду генератора «выход», а ЭМАП – к гнезду «входа». Катушка индуктора в режиме излучения имела 17 витков, в режиме приёма – 200 витков. Элементы магнитной системы имеют следующие размеры: основной магнит (1) – цилиндр 10x15 мм; дополнительный кольцевой магнит (3) – наружный диаметр -15 мм; внутренний диаметр – 7 мм; толщина 3,5 мм; концентратор (2) – 7x6,5 мм (рис. 3).



Рис.3. ЭМА преобразователь

Для проверки эффективности работы ЭМАП были экспериментально исследованы диаграммы направленности в режиме излучения (рис.4) и в режиме приёма (рис.5).

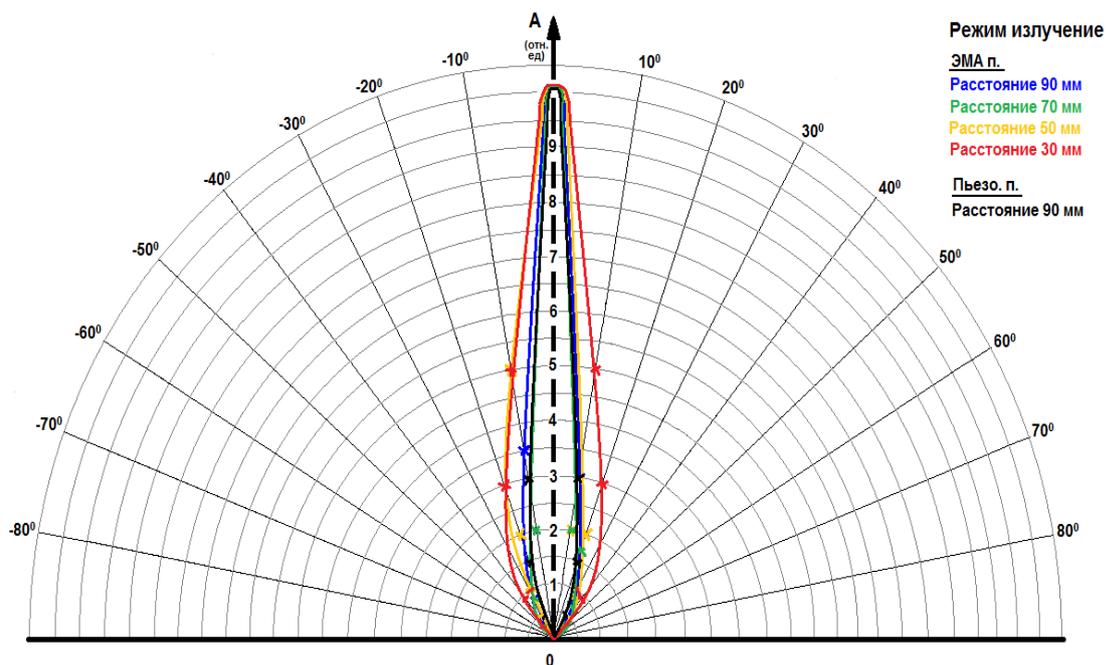


Рис.4. Диаграммы направленности в режиме излучения.

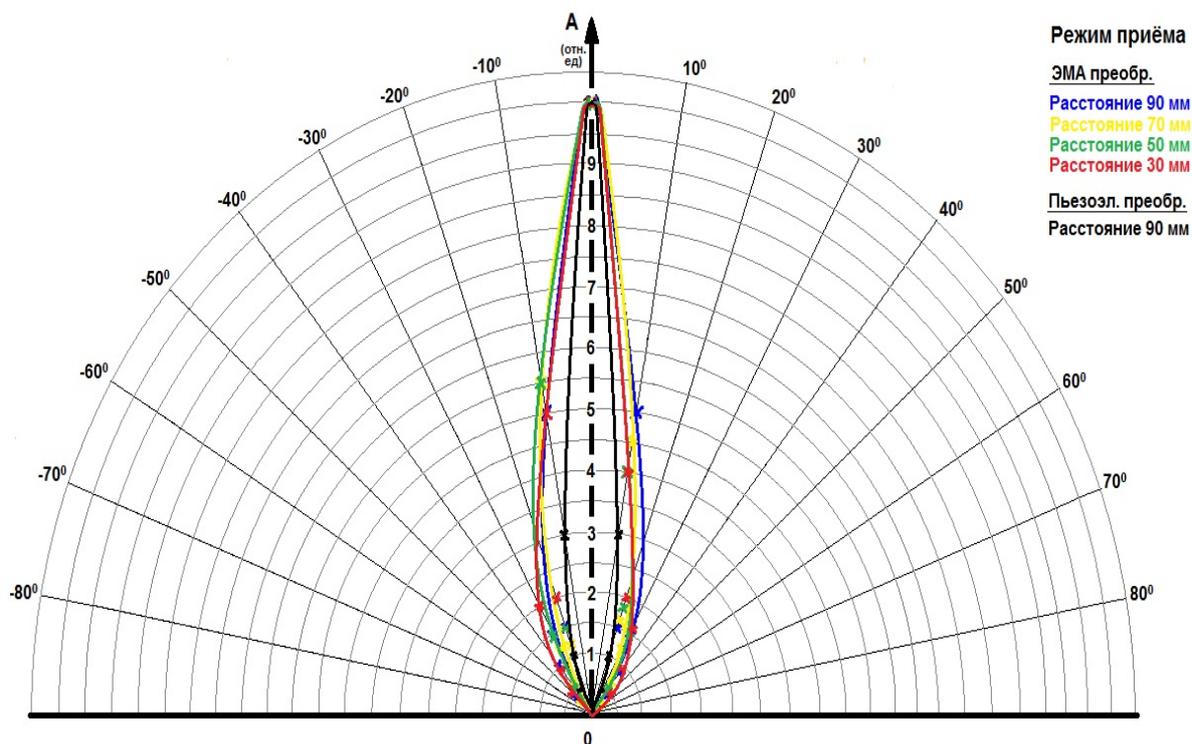


Рис.5. Диаграммы направленности в режиме приёма.

Полученные диаграммы сравнивались с диаграммами направленности стандартного пьезоэлектрического преобразователя диаметром 12 мм на частоту 2,5 МГц. Анализ показал, что диаграммы направленности ЭМАП с приведенными размерами имеет диаграмму направленности, близкую к диаграмме направленности ПЭП с диаметром пластин 12 мм.

Зависимость эффективности преобразования от величин зазора между изделием и преобразователя в режимах излучения и приёма приведена на Рис.6.

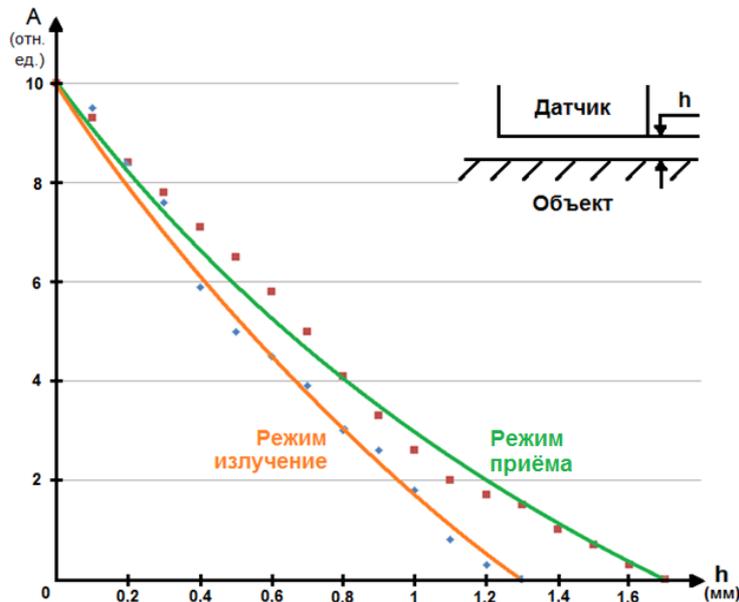


Рис.6. Зависимость амплитуды A от величины зазора h .

Анализ показывает, что преобразователь работоспособен с зазорами до 1 мм.

Заключение

В результате проведённых исследований разработана конструкция магнитной системы ЭМА преобразователя, обеспечивающая более высокую эффективность преобразования по сравнению с известными конструкциями. Показано также:

1. Расположение витков индуктора в зоне максимальной концентрации силовых линий магнитного поля повышает эффективность преобразования.

2. Катушка индуктора для возбуждения и приёма продольных волн должна иметь разное количество витков для режимов излучения и приёма.

3. Диаграмма направленности ЭМАП с приведёнными размерами близка к диаграмме направленности ПЭП с диаметром пластины 12 мм.

Результаты работы использованы при разработке системы контроля качества стальной авиационной подвески, изготавливаемой методом литья и имеющей шероховатую поверхность.

Список информационных источников

1. Зацепин А.Ф. Введение в физику акустического контроля: конспект лекций / А.Ф. Зацепин. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2005. – 79 с.
2. Алешин Н.П. Ультразвуковая дефектоскопия: справ. пособие / Н.П. Алешин, В.Г. Лупачев. – Минск : Высш. шк., 1987. – 271 с.
3. Ермолов И.Н. Неразрушающий контроль: практ. пособие. В 5 кн. Кн. 2. Акустические методы контроля / И.Н. Ермолов, Н.П. Алешин, А.И. Потапов; под ред. В.В. Сухорукова. – М. : Высш. шк., 1991. – 283 с.
4. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля / И.Н. Ермолов. – М. : Машиностроение, 1981. – 240 с.
5. Крауткремер Й. Ультразвуковой контроль материалов: справочник / Й. Крауткремер, Г. Крауткремер. – М. : Metallurgia, 1991. – 751 с.
6. http://www1.fips.ru/fips_serv1/fips_servlet
7. Ульянов Г.К. «О применении неконтактных магнитно-акустических искателей в ультразвуковой дефектоскопии».
8. Буденков Б.А., Буденков Г.А., Шаповалов П.Ф., Попова Л.А. «Повышение коэффициента преобразование при электромагнитном способе возбуждения и приёма упругих колебаний». «Дефектоскопия», №6, 1969, стр. 108.
9. Сазонов Ю.И., Шкарлет Ю.М. «Исследование бесконтактных методов возбуждения и регистрации ультразвуковых колебаний», «Дефектоскопия», №15, 1969, стр.1.
10. Самокрутов А.А. и др. «Исследование анизотропии проката и её влияния на результаты акустических измерений». Контроль. Диагностика, 2003, №11, с.14.
11. Муравьев В.В. «К расчету параметров системы намагничивания электромагнитно-акустического преобразователя»./ В.В.Муравьев, В.А.Стрижак, Е.Н.Балобанов// «Интеллектуальные системы в производстве». 2011, №1(17), с.197-205
12. Патент RU2271876C1, 20.03.2006
13. Патент RU2300763C1, 10.06.2007
14. Патент RU2247978C1, 10.03.2005
15. Патент WO9812556A1, 26.03.1998
16. Заявка: 2007125800/28, от 10.07.2007, Дата начала срока действия патента: 10.07.2007, Дата прекращения действия патента: 11.07.2010

17. Электромагнитно-акустический преобразователь: патент на полезную модель №127931 от 23.11.2012. Российская Федерация: МПК G01N29/04 (2006.01) / В.В.Муравьев, О.В.Муравьева, В.А.Стрижак, А.В.Прякин, Е.Н.Балобанов, Л.В.Волнова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова. №2012150262/20; заявл.23.11.2012; опублик. 10.05.2013, 3с. ил.

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Тилекматов И.Э.

Томский политехнический университет, г.Томск

*Научный руководитель: Мойзес Б.Б., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

В настоящее время всё большую популярность приобретает концепция менеджмента организацией, названная термином «Бережливое производство», ориентированная на создание ценности, привлекательной для потребителя и формирования непрерывного потока создания ценности с охватом всех процессов организации и их постоянного совершенствования через устранение всех видов потерь и вовлечения персонала [1].

Инструменты бережливого производства вызывают интерес у многих российских организаций, занимающихся производством различных товаров и услуг, которые применяют их в своей деятельности и число таких организаций с каждым годом только растет.

Именно возрастающий интерес к концепции бережливого производства и внедрение инструментов бережливого менеджмента организаций побудило к выпуску ряда стандартов серии «Бережливое производство» и созданию системы добровольной сертификации по системам менеджмента бережливого производства [2].

Система менеджмента бережливого производства (СМБП) – это система менеджмента организацией на основе принципов бережливого производства. Построение системы менеджмента бережливого производства проводится организацией с целью повышения удовлетворенности потребителей и демонстрации динамики повышения эффективности деятельности по созданию ценности для потребителей.

Основными требованиями стандарта ГОСТ Р 56404 – 2015. Бережливое производство. Требования к системам менеджмента. являются наличие документированной информации политики и целей в

области бережливого производства, а также документации для обеспечения воспроизводимости операций, процессов в потоке создания ценности, которые должны быть разработаны, внедрены и поддерживаться в актуальном состоянии. [3]

Одним из основных способов решения данной задачи является применение инструментов бережливого производства при разработке документации СМБП. При развертывании политики и целей в области бережливого производства следует воспользоваться методом стратегического менеджмента организацией Хосин канри, который определяет направления деятельности организации, помогает при установлении целей и инструментов, применяемых для их достижения, способствует вовлечению высшего руководства и персонала организации в процесс разработки общего видения и плана действий.

Методология Хосин канри, впервые применившая в своей деятельности компания «Бриджстоун», впоследствии стала широко применяться в других японских компаниях. Хосин канри – это инструмент, направленный на совершенствование процесса стратегического управления организацией и является основным элементом менеджмента бережливого производства.

Метод Хосин канри основан на применении цикла PDCA в масштабе всей организации и является концепцией циклического управления. Данный инструмент менеджмента организацией состоит из двух уровней планирования и управления: уровень стратегического планирования, ориентированный на достижение ключевых целей компании и ежедневный уровень, в котором стратегические цели декомпозированы до конкретных действий каждого сотрудника.

Вовлечение сотрудников на всех уровнях компании в определение ее политики и установлении целей является ключевым элементом методологии Хосин канри. Данный инструмент, являясь частью процесса постоянного совершенствования деятельности организации, содействует укреплению корпоративной культуры и командной работы в компании [4].

Для разработки документированной информации для обеспечения воспроизводимости операций, процессов в потоке создания ценности может использоваться стандартизированная рабочая процедура.

В практике бережливого производства используется метод стандартизированной рабочей процедуры, которая является набором определенных процедур, устанавливающих последовательное выполнение операций для каждого процесса и оптимальной работы владельца этого процесса. Стандартизированная работа позволяет определить оптимальные методы и процедуры для того или иного

процесса. Основной целью стандартизированной работы является сокращение потерь при выполнении, какого либо производственного процесса, следовательно, повышение его эффективности.

Для организации, которая внедряет у себя бережливое производство, карта стандартизированной работы дает много преимуществ. Наиболее важными преимуществами стандартизированной работы являются:

- снижение потерь и затрат, а также нестабильности производства;
- сокращение производственных циклов и улучшение качества продукции;
- рабочим персоналом легче осваиваются новые операции, простой переход рабочих к выполнению разнотипных операций на рабочем месте или на других производственных участках;
- упрощение при разборе проблемных ситуаций и внесении предложений по улучшениям.

Важным аспектом стандартизированной работы является их отображение не только результатов улучшений производства, но и дает стимул к дальнейшему совершенствованию [5].

Инструменты Хосин канри и стандартизированная работа могут быть преобразованы в документированную информацию о политике, целях и процессах СМБП. Применение инструментов бережливого производства при разработке документации СМБП дает большие преимущества при реализации принципов и внедрении концепции в деятельность организации.

Список информационных источников

1. Вумек Д., Джонс Д. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. – М.: Альпина Паблишер, 2011. – 480 с.

2. Дэвид Манн. Бережливое управление бережливым производством. – М: Стандарты и качество. 2013. – 208 с.

3. ГОСТ Р 56404-2015. Бережливое производство. Требования к системам менеджмента. – М.: Стандартинформ, 2015. – 20 с.

4. Джексон Томас. Хосин канри. Как заставить стратегию работать/ Пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 248 с.

5. Стандартизированная работа / Пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 152 с.

СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЛНЕНИЯ ДЛЯ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Тимофеев В.Ю.

Томский политехнический университет

Научный руководитель: Юрченко А.В., д.т.н., профессор кафедры физических методов и приборов контроля качества

В настоящее время одним из перспективных направлений развития приборостроения в России является создание и модернизация роботизированных комплексов для морских работ и исследований. Освоение подводного пространства и морского дна является важной задачей в современном мире, в результате изучения которой открываются новые технологии, а также методы решения различных задач.

Автономные обитаемые подводные аппараты (АНПА) находят всё более широкое применение для выполнения длительных океанологических исследований или иных подводных технологических операций. При осуществлении таких работ крайне актуальна надёжность функционирования робота и его способность в максимальной степени выполнить предусмотренные задачи [1].

Одним из негативных факторов, влияющих на надёжность и работоспособность, является волнение на поверхности воды, вызванное ветром или другими факторами. Сильное волнение может повредить АНПА, если тот всплыл на поверхность по каким-то причинам. Для того, чтобы это предотвратить необходим специальный прибор, связанный с системой управления, определяющий уровень волнения, и находящийся непосредственно на подводном аппарате.

Для такой цели используются лазерные, эхо- и радиоприборы. Их основной принцип действия заключается в послышке сигнала и приеме отраженного с последующей обработкой и преобразованиями данных. Эти методы являются самыми распространенными для регистрации волнения, но существуют также и альтернативные. Используя микро электромеханический (МЭМС) датчик акселерометр можно также регистрировать уровень волнения, но без послышки сигналов во внешнюю среду.

Принцип действия данного прибора основан на теории, предложенной английским математиком Джорджем Бидделем Эйри о линейном распространении волн по поверхности однородных жидких сред [2]. Данная теория применяется в морской инженерии для аппроксимации характеристик волн.

При волновом движении частицы в воде совершают круговое движение. (рисунок 1)

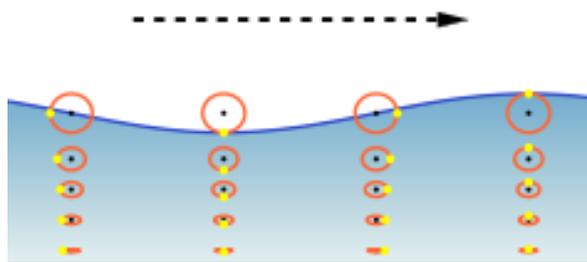


Рисунок 1 – Круговое движение частиц в волне. Стрелка показывает направление волны.

Такое движение имеет горизонтальную и вертикальную составляющую, которая уменьшается с увеличением глубины. Существует зависимость амплитуды вертикального движения частиц от глубины погружения, описываемая уравнением (1).

$$\xi(x, t) = A \cdot e^{k \cdot (-z)} \cdot \cos(\theta(x, t)) \quad (1)$$

где $\xi(x, t)$ - амплитуда вертикального движения (м), A - амплитуда волны на поверхности (м), $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ - волновое число, где λ - длина волны (м), z - глубина (м), $\theta(x, t) = 2\pi \cdot \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)$ - фаза волны, с координатой начала движения x , временем t (с), периодом волны T (с).

Для нахождения максимальной амплитуды примем $\cos(\theta(x, t)) = 1$. МЭМС акселерометр измеряет величину ускорения, которое связано с амплитудой следующим выражением (уравнение 2) при гармонических колебаниях.

$$a = A \cdot \omega^2 \quad (2)$$

где a - ускорение (м/с^2), A - амплитуда колебаний (м), $\omega = \frac{2\pi}{T}$ - циклическая частота (рад/с).

Таким образом, существует практическая возможность оценить уровень волнения моря устройством, находящемся на некоторой глубине, измерительным преобразователем которого является МЭМС акселерометр.

Для проверки пригодности использования датчика такого рода для данной задачи провели следующий эксперимент. В емкость с водой, в которой формировали волнение, помещали на различную глубину акселерометр и снимали показания. Использовался датчик Colibrys MS9002.D с основными характеристиками [3]:

- Аналоговый интерфейс;
- Диапазон измерений $\pm 2g$;

- Чувствительность 1000 мВ/g;
- Напряжение питания 2.5 В – 5 В;

Датчик поместили в небольшую герметичную емкость с грузом, для придания нейтральной плавучести (конструкция на рисунке 2). Использовали эмалированный намоточный провод диаметра 0,1 мм, для уменьшения влияния провода на движение емкости в воде.

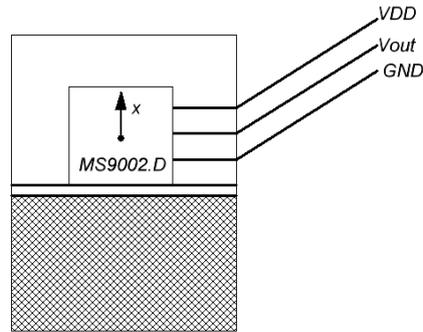


Рисунок 2 – схема крепления датчика для эксперимента

Получили следующие данные на рисунках 3 и 4 (снимки экрана осциллографа).

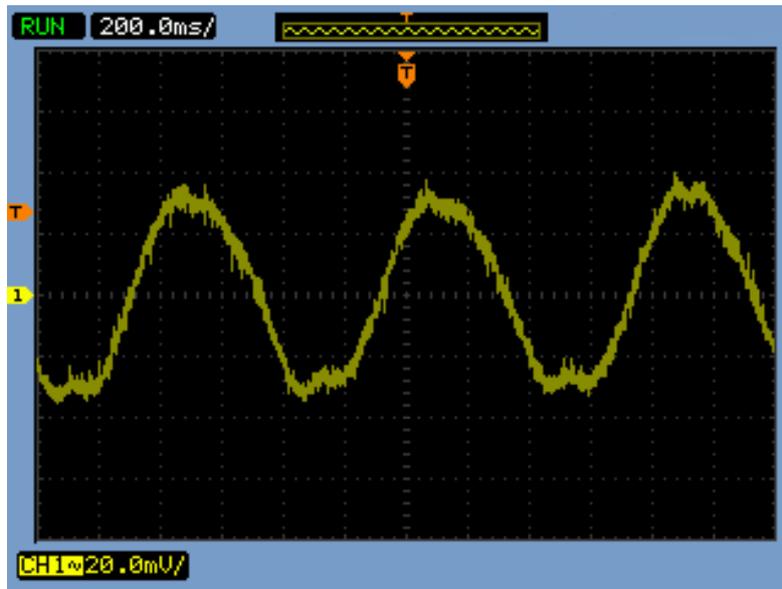


Рисунок 3 - Датчик на глубине 10 см

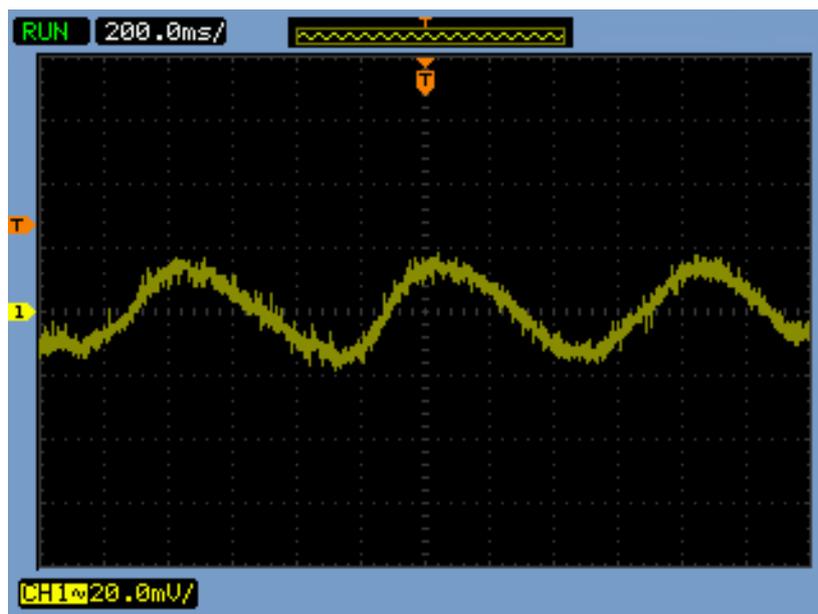


Рисунок 4 – Датчик на глубине 15 см

Результаты эксперимента подтверждают практическую возможность регистрации вертикальной составляющей волнового движения на глубине. Чувствительность датчика играет ключевую роль в этой задаче. Чем чувствительней датчик, тем больше глубина детектирования, и тем меньший уровень волнения поддается обработке. Данное исследование может являться прецедентом для создания макета прибора и дальнейших исследований в этом направлении.

Список информационных источников

1. Автономные подводные роботы: Системы и технологии / М.Д. Агеев, Л.В. Киселев, Ю.В. Матвиенко [и др.]. М.: Наука, 2005. 398 с.
2. Airy wave theory [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Airy_wave_theory - Загл. с экрана – Яз. англ. - Дата обращения: 29.04.2016.
3. MS9000 – datasheet. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.colibrys.com/wp-content/uploads/2015/03/30S-MS9000.M.03.15-nod1.pdf> - Загл. с экрана – Яз. англ. - Дата обращения: 29.04.2016.

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Тимофеева Е.К.

Томский политехнический университет, г. Томск.

*Научный руководитель: Авдеева Д.К., д.т.н., профессор кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Одной из актуальных проблем современной кардиологии остается получение максимально полной информации об электрическом потенциале сердца, на основании которой можно было бы расширить диагностику патологических состояний миокарда, его электрофизиологических свойств.

Во время анализа данных электрокардиографических исследований почти всегда можно выявить эпизоды искажения электрокардиографического сигнала, вызванные помехами и артефактами. К сожалению, остается высоким процент ошибок, связанных с некорректной интерпретацией участков электрокардиографических сигналов, содержащих артефакты, врачами-кардиологами и специализированными компьютерными алгоритмами. Например, по результатам исследования [1], из 528 врачебных заключений по данным холтеровского суточного мониторинга было выявлено, что в 66 случаях в записи не было участков, пригодных для анализа, а в 7 случаях отмечен неверный расчет частоты сердечных сокращений из-за наличия артефактов. Подобные ошибки приводят к тому, что пациенту назначается неправильное лечение [2], вплоть до операции для имплантации электрокардиостимулятора [3].

Большинство методов диагностики электрокардиограммы (ЭКГ) используют амплитудно-временные параметры элементов ЭКГ для постановки диагноза. Различные значения амплитуд и длительностей элементов встречаются не только когда анализируются ЭКГ разных пациентов, но и у одного и того же пациента могут присутствовать изменения форм сигнала в соседних кардиоимпульсах. Усложнение определения координат предполагаемых точек также вносят артефакты и шум. Поэтому в алгоритме детектирования используется совокупность условий, по которым повышается точность определения комплексов и сегментов ЭКГ.

Распространённый в зарубежных странах метод Симсона, опубликованный в 1981 г., применяется для анализа ЭКГ пациентов, устанавливая наличие или отсутствие поздних потенциалом желудочка. Так как с момента создания метода прошло более трех десятков лет,

метод претерпел изменения, но его концепция в обработке сигнала осталась прежней. За это время не только улучшалось качество записи ЭКГ, но и модернизировались принципы обработки данных, поэтому для корректного понимания и использования метода требуется изучить и проверить каждый этап обработки для подтверждения правильности диагноза, основанного на методе Симсона.

Метод Симсона, как любой другой метод, сталкивается с проблемой уровня шума в сигнале и для уменьшения его уровня используется непростой в реализации алгоритм усреднения. До постановки диагноза с применением критериев следует придерживаться последовательных этапов работы с данными ЭКГ: загрузка данных после предварительной обработки электрокардиограммы на устранение шума; визуальная оценка; усреднение сигнала; фильтрация сигнала; получение кривой Симсона.

С помощью разработанной программы возможно выполнить все вышеназванные этапы.

Работа с программой начинается с загрузки в программу файла с электрокардиографическим сигналом, нажав на кнопку помеченную красным квадратом на рисунке 1.

Нажав кнопку и выбрав файл с нужным электрокардиографическим сигналом, мы можем наблюдать такую картину, как на рисунке 2. Далее необходимо обработать этот сигнал, нажав на кнопку отмеченную зеленым квадратом, благодаря чему получим результат как на рисунке 3, вкладка в программе «Детектирование сигналов ЭКГ».



Рисунок 1 – Главное окно программы «ЭКГ анализатор»

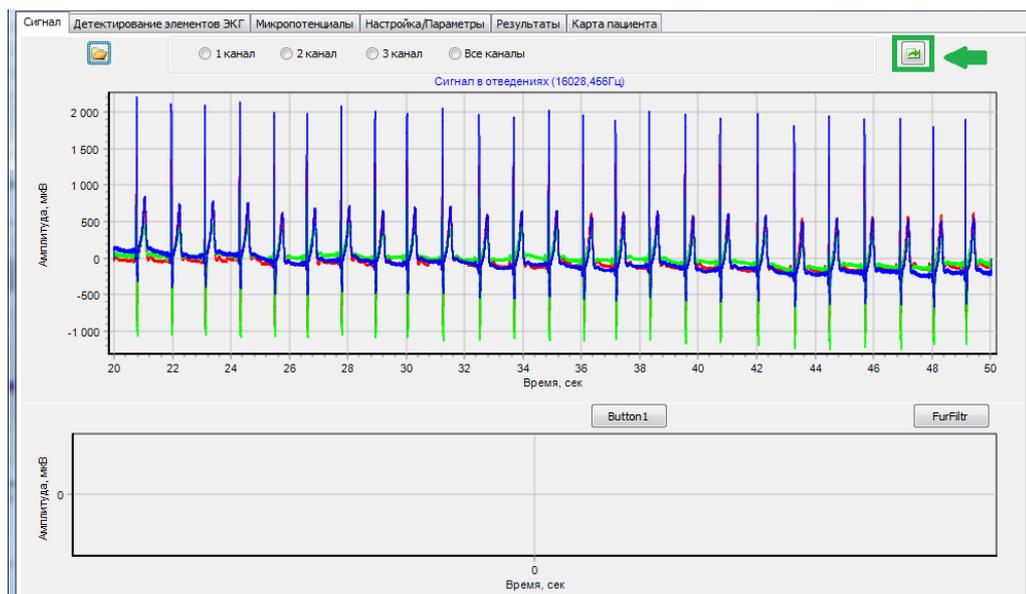


Рисунок 2 – Главное окно программы с загруженным файлом

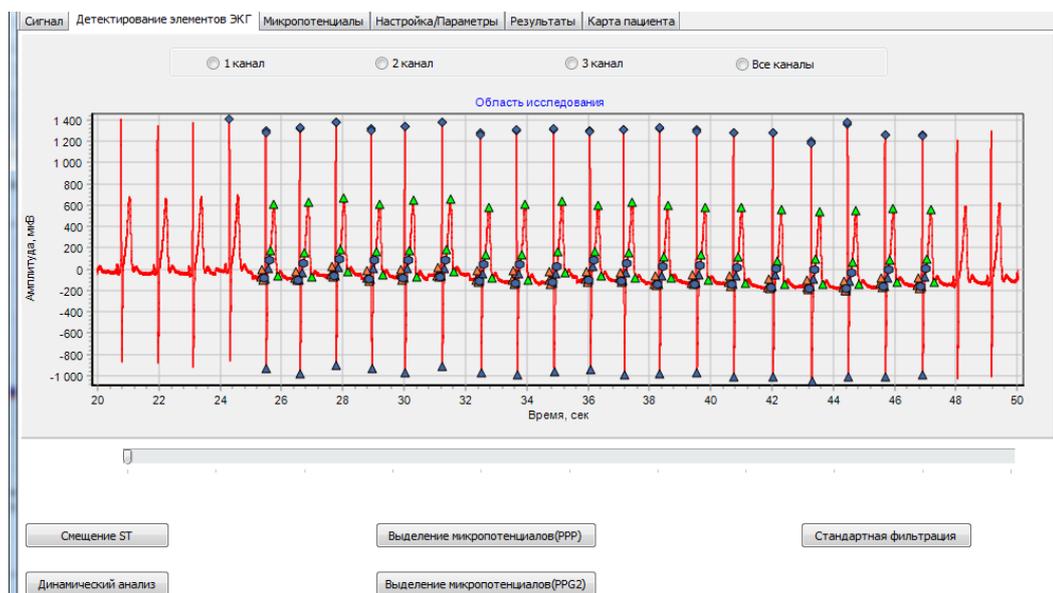


Рисунок 3 – Окно программы с обработанным электрокардиографическим сигналом

Нажав на кнопку «Выделение микропотенциалов(PPP)» или «Выделение микропотенциалов(PPG2)», получим распределение амплитуд микропотенциалов, распределение среднего значения микропотенциалов и распределение времени микропотенциалов (рисунок 4)

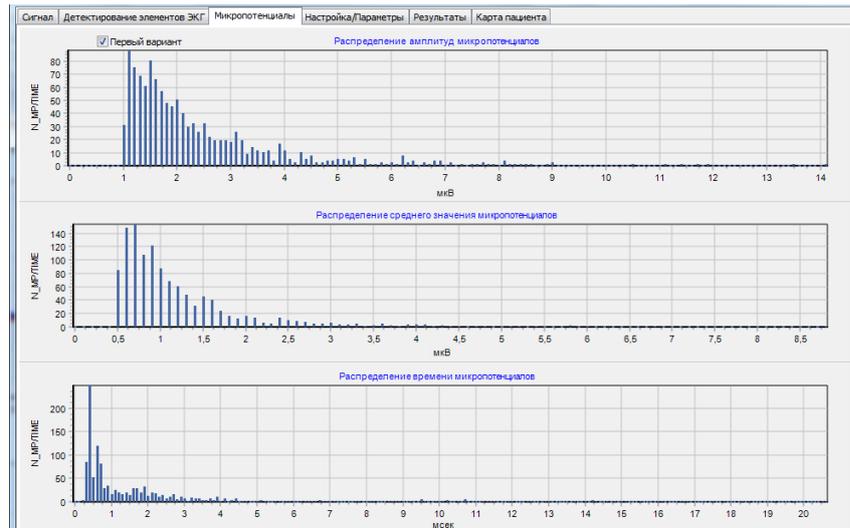


Рисунок 4 – Микропотенциалы

В программе также имеется вкладка со специальными настройками детектирования QRS, благодаря которым можно увеличить точность (рисунок 5).

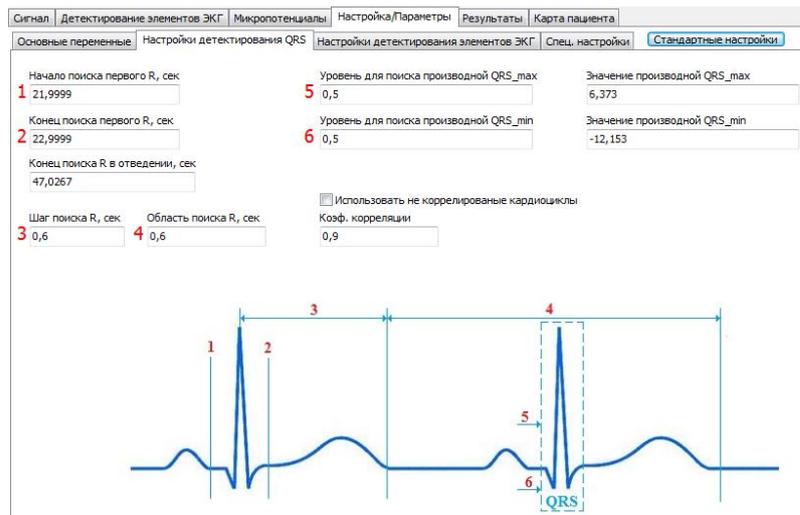


Рисунок 5 – Вкладка «Настройка/Параметры»

Дальнейшие исследования будут направлены на устранение недостатков и усовершенствование данного анализатора электрокардиографических сигналов.

Список информационных источников

1 Шубик Ю. В., Апарина И. В., Медведев М. М. и др. Качество врачебных заключений по данным суточного мониторинга ЭКГ // Вестник аритмологии. 2007. № 49. С. 25-34.

2 Warner D. S., Warner M. A. Equipment-related Electrocardiographic Artifacts // Anesthesiology. 2008. N 108. P. 138-148.

3 Knight B. P., Pelosi F., Michaud G. F. et al. Clinical consequences of electrocardiographic artifact mimicking ventricular tachycardia // New England Journal of Medicine. 1999. N 341. P. 1270-1274.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА ЛИТИЙ-ТИТАНОВЫХ ФЕРРИТОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ТЕРМИЧЕСКОГО И РФА АНАЛИЗОВ

Тойчбай Э., Астафьев А.Л.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Суржиков А.П., д. ф-м. н., заведующий кафедрой физических методов и проборов контроля качества

Получение многокомпонентных магнитных материалов, включая ферриты, приводит к необходимости уделять большое внимание получению порошков максимально гомогенизированных на стадии синтеза.

Традиционным методом контроля гомогенности состава является метод рентгенофазового анализа (РФА). Однако в случаи с литий-замещенными феррошпинелями, РФА в количественном плане и с точки зрения достоверности требует дополнительных операций уточнения, поскольку данный метод не позволяет разделять все возможные шпинельные фазы образование которых возможно в многокомпонентных системах $\text{Li}_{0.5(1+x)}\text{Fe}_{2.5-1.5x}\text{Ti}_x\text{O}_4$ [1]. Таким образом, осуществить корректное разложение таких отражений практически невозможно.

По этой причине для анализа фазовых превращений при синтезе литий-замещенных ферритов возможно применение метода термомагнитометрии ТГ(М)/ДТГ(М), который представляет собой метод термогравиметрического анализа с приложенным на образцы магнитным полем[2]. Возможности метода ТГ(М)/ДТГ(М) продемонстрированы на примерах синтеза литиевого[3] и литий-цинкового [4] феррита, но возможность применения магнитометрического метода при исследовании синтеза литий-титановых ферритов широкого состава требует дополнительной проработки.

В настоящей работе с помощью термомагнитометрического метода и математического моделирования проведена оценка фазового состава продуктов синтеза на примере образования литий-замещённой феррошпинели $\text{Li}_{0.7}\text{Fe}_{1.9}\text{Ti}_{0.4}\text{O}_4$.

Исследованные литий-замещенные феррошпинели были изготовлены методом твердофазного синтеза по реакции: $\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 \rightarrow \text{Li}_{0,5(1+x)}\text{Fe}_{2,5-1,5x}\text{Ti}_x\text{O}_4 + \text{CO}_2$, где $x = 0,4$.

На этапе твердофазного синтеза образцы были разделены на две группы, одна часть образцов (группа А) обжигалась в течение 480 минут с включением операции помола через каждые 120 минут, вторая (группа Б), после компактирования обжигалась в течение 480 минут с единичной промежуточной операцией помола и перемешиванием.

После операции обжига образцы подвергались РФА и ТГ(М)/ДТГ(М) анализам. РФА анализ проводился на дифрактометре *ARL X'TRA*. Идентификация фаз проводилась с использованием порошковой базы данных *PDF-4* Международного центра дифракционных данных (ICDD), с использованием программного продукта *PowderCell 2.4*. Термогравиметрический анализ осуществлялся на термическом анализаторе *STA 449C Jupiter* фирмы *Netzsch* (Германия), с прикрепленной магнитной сборкой, из двух постоянных магнитов ($H \sim 5 \text{ Э}$), для осуществления контроля над магнитным состоянием образцов.

Определение фазового состава проводилось с помощью математического моделирования с применением программного обеспечения *Peak Separation*, разработанного фирмой *Netzsch*.

На рисунке 1 представлены рентгеновские дифрактограммы для образцов А и Б. При анализе фазового состава образцов в программе *Powder Cell 2.4* включался широкий набор фаз литий-титановых ферритов $x_{\text{Ti}}=0;0.2;0.4;0.6;0.8$.

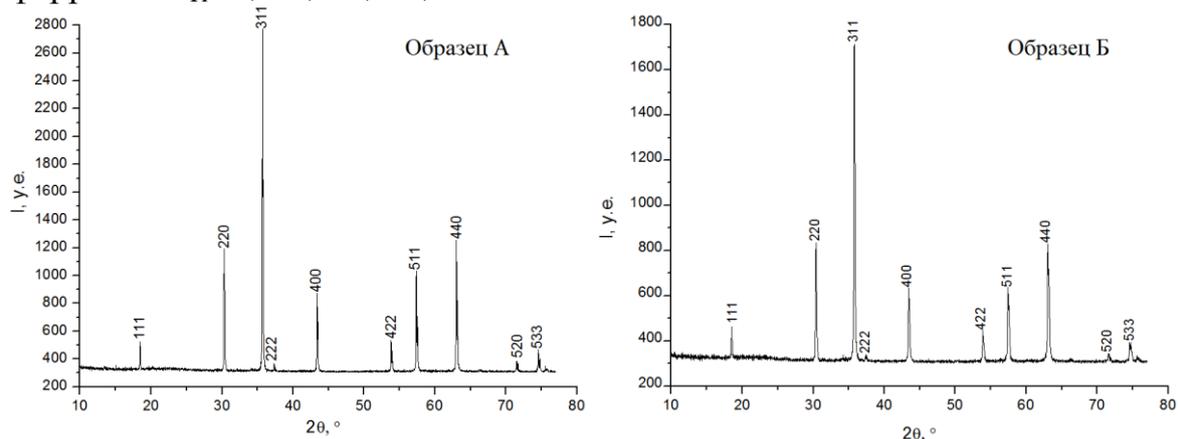


Рисунок 1 – Дифрактограммы для образцов $\text{Li}_{0,6}\text{Fe}_{2,2}\text{Ti}_{0,2}\text{O}_4$ синтезированных при различных режимах

Результаты РФА анализа представлены в таблице 1 и показывают, что все наблюдаемые рефлексы принадлежат шпинельной фазе. Идентификация фаз показала существенное различие между образцами разных типов. Для группы А, РФА метод показал, полную гомогенность

состава, в то время как в образцах группы Б, необходимый состав получен не был.

Иной результат показал термомагнитометрический анализ, представленный на рисунке 2.

Таблица 1 Результат РФА анализа

Тип образца	Фазы	Концентрация фазы, %
А	$\text{Li}_{0.6}\text{Fe}_{2.2}\text{Ti}_{0.4}\text{O}_4$	100
Б	$\text{Li}_{0.65}\text{Fe}_{2.05}\text{Ti}_{0.3}\text{O}_4$	44.6
	$\text{Li}_{0.82}\text{Fe}_{1.56}\text{Ti}_{0.63}\text{O}_4$	46
	LiFe_5O_8	2.4

Таблица 2 Результат математического моделирования

№ пика	Позиция пика, °С	Площадь пика, %	X_{Ti}
Образец А			
1	436.9	18.08	0,34
2	444.5	48.61	0,33
3	454.67	32.31	0,3
4	485.67	1	0.25
Образец Б			
1	445.68	47.7	0,33
2	502.64	25.8	0,22
3	568.87	26.5	0.11

На кривых ТГ(М) наблюдалось наличие весовых скачков при температурах переходов «ферромагнетик-парамагнетик» для каждой из присутствующих в образце магнитных фаз. Таким образом, количество пиков на кривых ДТГ(М), являющиеся производными кривых ТГ(М), характеризует количество доминирующих в образце магнитных фаз.

Численные значения, соответствующие каждому пику, определенному при моделировании, приведены в таблице 2. Как видно из таблицы 2, значения концентрации фазы колеблются в диапазоне от 0.1 до 0,34 %. Однако, у образцов группы А, наблюдается высокое содержание фаз с содержанием титана близкое к $x_{\text{Ti}}=0.3$. В тоже время, у образцов группы Б наблюдается большое содержание переходных фаз.

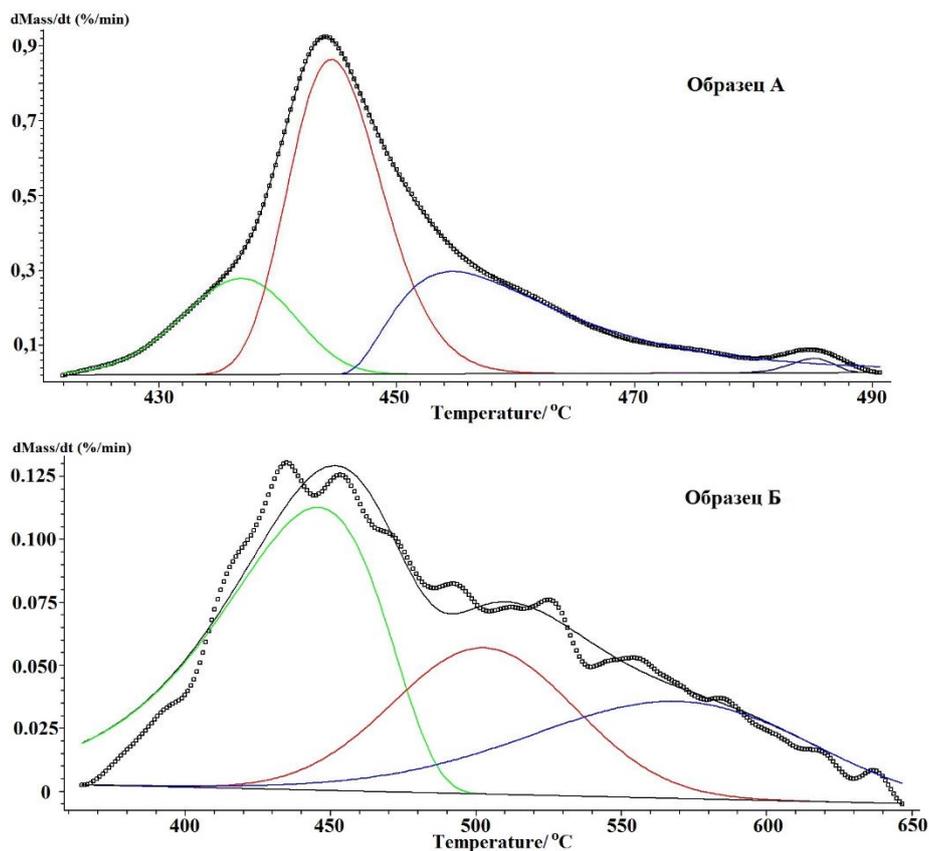


Рисунок 2 – Результат разложения кривой математическим моделированием: сплошная линия результат разложения экспериментальная кривая ДТГ(М), пунктир – экспериментальная кривая ДТГ(М)

Сравнение двух методов РФА и термического анализов при исследовании фазового состава литий-титанового феррита, показывает существенное различие полученных данных, что может быть обусловлено невозможностью РФА метода разделить фазы с близкими значениями параметра решетки. Таким образом, можно говорить о том, что зависимость ДТГ(М) позволяет более строго определять температуры магнитных фазовых переходов и тем самым более полно характеризовать фазовый состав образца.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

Список информационных источников

1. Левин Б.Е., Третьяков Ю.Д., Летюк Л.М. Физико-химические основы получения, свойства и применение ферритов. – М.: Металлургия, 1979. – 472 с.
2. Gallagher P.K. Thermomagnetometry. // J. Therm. Anal. Calorim. – 1997. – V.49. – № 1. С. 33–44.
3. Surzhikov A.P., Pritulov A.M., Lysenko E.N., Sokolovskiy A.N., Vlasov V.A., Vasendina E.A. Calorimetric investigation of radiation-thermal synthesized lithium pentaferriite//J. Therm. Anal. Calorim. – 2010. – V.101. – № 1. –С. 11–13.
4. Surzhikov A.P., Lysenko E.N., Vasendina E.A. Sokolovskii A.N., Vlasov V.A., Pritulov A.M. Thermogravimetric investigation of the effect of annealing conditions on the soft ferrite phase homogeneity // J. Therm. Anal. Calorim. –2011. – V. 104. – №. 2. – P. 613–617.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ АПЕРТУРНЫХ ИСКАЖЕНИЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МАССИВОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Трофимчук С.А.

Томский политехнический университет

Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., ведущий эксперт кафедры физических методов и приборов контроля качества

Компьютерная томография один из методов неразрушающего послойного исследования внутренней структуры объекта. Суть всех типов томографии одина: по суммарной информации, полученной от некоторого сечения (слоя) вещества, нужно определить локальную информацию, а именно, плотность вещества в сечении $s(x, y)$, где x, y – координаты в сечении, а затем по плотностям $s_z(x, y)$ в ряде сечений, где z – координата, перпендикулярная сечению, получить (сконструировать) объемную плотность $s(x, y, z)$. В разных типах томографии суммарная информация качественно различна, например, в рентгеновской томографии это интенсивность на детекторах $I(l, \theta)$ и математическим описанием этой информации служит интегральное уравнение Радона или Фредгольма. Также есть тенденция описать все виды томографии единым так называемым основным уравнением

компьютерной томографии. Однако конечная цель едина – получение $s(x, y)$.

При получении рентгеновского изображения могут быть следующие аппаратные искажения.

а) Трубка излучает узконаправленный пучок, а не бесконечно узкий луч, из-за этого на детектор попадает излучение не только соответствующий ему трубки, но и других трубок (правда, с меньшей интенсивностью).

б) При прохождении рентгеновского луча через объект, первый испытывает рассеяние и попадает в чужой детектор.

в) На детектор попадает излучение, приходящие на него, а также излучение падающие на другие детекторы, хоть и в ослабленном виде. Данный эффект называется конструктивным эффектом взаимного влияния детекторов.

В результате влияния данных факторов измеряется не необходимая функция $s'(x, y)$, а какая-то другая, более сглаженная функция $s(x, y)$.

Основной задачей работы является получение нового массива плотности потемнения $s'(x, y)$ с меньшим параметром геометрической нерезкости, чем в исходном массиве данных $s(x, y)$. Данный массив $s(x, y)$ был получен экспериментальным путем и является отправной точкой для решения поставленной задачи. Эта задача решается при помощи следующих перечисленных средств. В программном обеспечении Mathcad проходят все необходимые вычисления. Для получения изображения использован рентген аппарат РАП – 150 и детекторная матрица ShadowCam. В качестве объекта для формирования изображения использован алюминиевый брусок. Для получения одномерного массива сигнала изображения использовано программное обеспечение детекторной матрицы ShadowCam - CamExpert. При работе с массивами данных использованы такие методы, как прямое и обратное преобразование Фурье, свертка функции. В результате проделанной работы ожидается получить уменьшение параметра геометрической нерезкости.

Экспериментальная часть

При помощи рентген аппарата, детекторной матрицы и соответствующего программного обеспечения получили снимок металлического бруска. При помощи программного обеспечения

извлекли одномерный массив данных $s(x)$, который содержит 64 значения, именно такое количество значений необходимо для дальнейшего преобразования Фурье. Данные значения говорят о степени поглощенного излучения и соответствуют строке пикселей в зоне нерезкости.

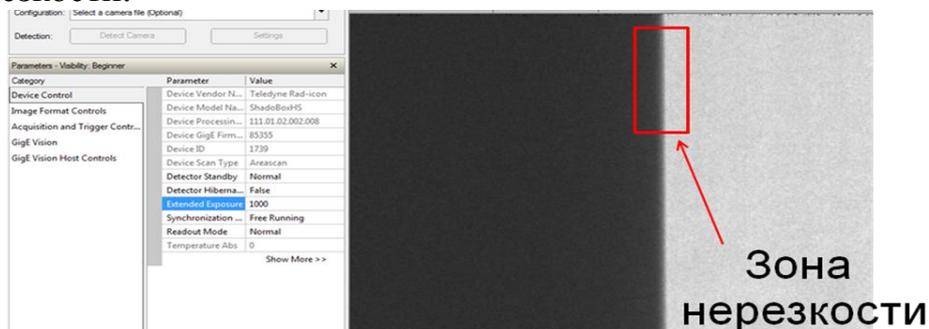


Рисунок 1. Окно программы SamExpert с зоной нерезкости.

Усреднили и нормировали полученный массив $s(x)$, построили график зависимости плотности потемнения от координаты пикселя (рис. 2). Произвели прямое преобразование Фурье массива $s(x)$ для дальнейших вычислений.

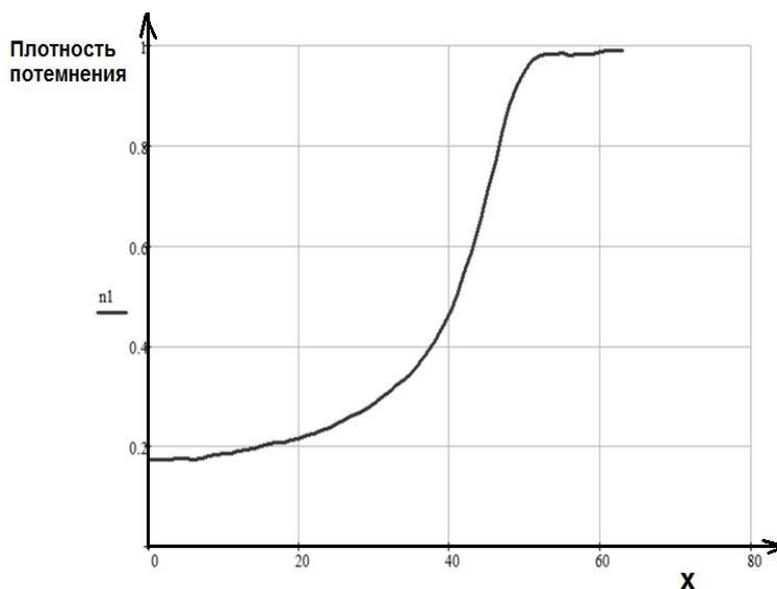


Рисунок 2. Зависимость плотности потемнения от координаты пикселя.

Экспериментально определили аппаратную функцию системы (рис. 3). Записали данную функцию в виде одномерного массива данных, построили графическое отображение и выполнили прямое преобразование Фурье для дальнейших вычислений.

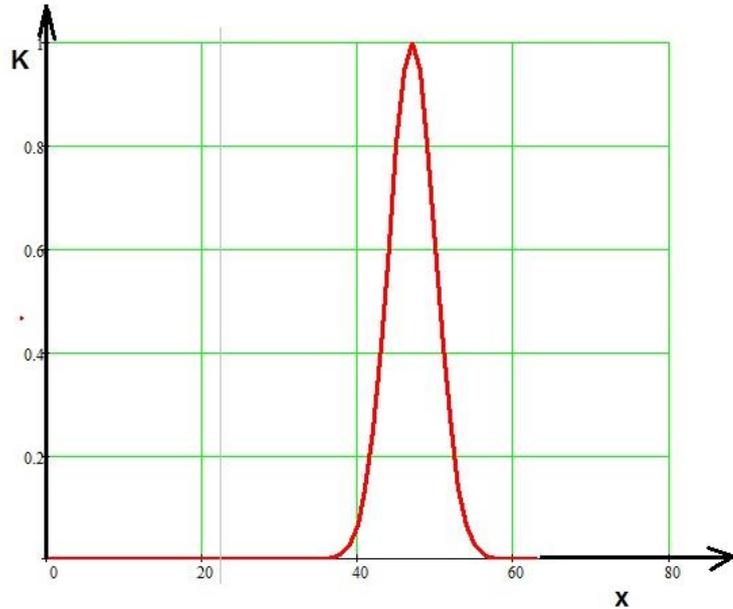


Рисунок 3. Аппаратная функция

Далее путем решения уравнения Фредгольма I рода типа свертки и использования метода регуляризации Тихонова получили следующее выражение.

$$c'(x) = F^{-1} \left[\frac{\hat{K}(-\omega)\hat{c}(\omega)}{|\hat{K}(\omega)|^2 + \alpha|\omega|^{2p}} \right],$$

где $\hat{K}(\omega)$ и $\hat{c}(\omega)$ - прямое преобразование Фурье аппаратной функции и исходной функции плотности, F^{-1} - обратное преобразование Фурье, ω - пространственная частота, α - параметр регуляризации, p - порядок регуляризации.

Построили функцию $c'(x)$ и сравнили параметры нерезкости функций $c'(x)$ и $c(x)$ (Рисунок 4).

Экспериментально подобрали оптимальные параметры α и p , получили следующие результаты. Нерезкость исходной функции $c(x)$ $\Delta x_1 = 37$ пикселей, а реконструированной функции $c'(x)$ $\Delta x_2 = 20$, что говорит о уменьшении параметра нерезкости в 1,85 раза. Устойчивость решения $c'(x)$ обусловлена частичным подавлением высоких частот функции $\hat{c}(\omega)$.

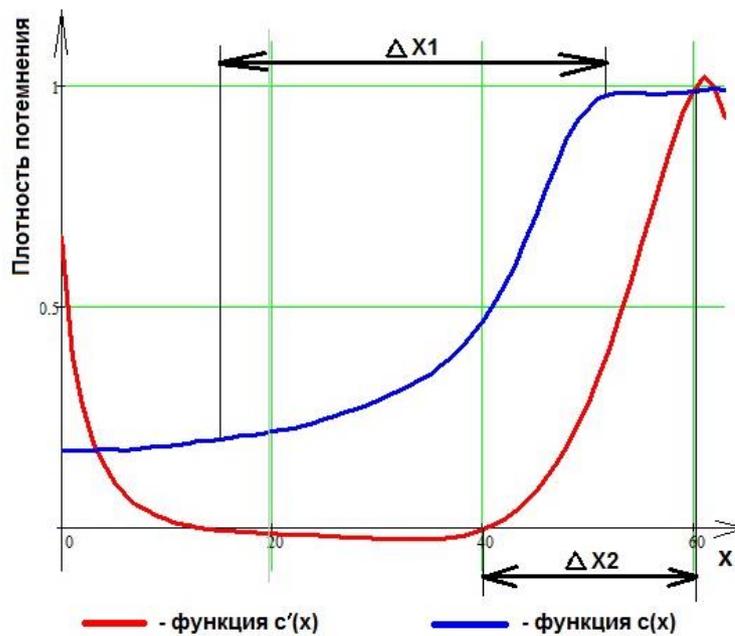


Рисунок 4. Сравнение функций $c'(x)$ и $c(x)$

Список информационных источников

1. Применение цифровой обработки сигналов / под ред. Э.Оппенгейма – издательство «Мир», Москва 1980. - 556 с
2. Элементы теории функций и функционального анализа, Колмогоров А. Н., Фомин С. В. — М.: Наука, 2004 (7-е изд.).
3. Математические методы обработки результатов измерений, В.С. Сизиков : Учебник для вузов – СПб: Политехника, 2001 – 240 с.:ил.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ ПЕРСОНАЛА НА ОСНОВЕ КЛЮЧЕВЫХ КРИТЕРИЕВ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ В ООО "ТОМСКВОДОКАНАЛ"

Турсунбекова Б.Н.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Янушевская М. Н., ст. преподаватель кафедры физических методов и приборов контроля качества

Основным и наиболее важным фактором процветания любой организации является компетентный и сплоченный коллектив и грамотно управляющее руководство. Но все мы знаем, что этого не достаточно. Существует потребность в отлаженном механизме

(системе управления), обеспечивающем эффективное взаимодействие между сотрудниками и высшим руководством и установление показателей ответственности, направляющих управленцев и исполнителей на достижение общих целей; все сотрудники обязательно должны знать направление развития организации, и что они могут сделать для достижения общей стратегии организации.

В результате многолетних исследований в области мотивации персонала, появилась потребность в системах управления результативностью, ориентированные на оценку успешности компании и соответствующее вознаграждение руководства. И концепция КПР представляется более результативной, и соответствует целому ряду требований.

Ключевые показатели результативности (КПР) – это жизненно важные инструменты управления. Ими пользуются для того, чтобы иметь представление о текущей ситуации в бизнесе: либо организация движется в верном направлении, которое приведет к успеху, либо свернула с благоприятного пути достижения цели.

В рамках этой работы разработана и внедрена система мотивации персонала на основе ключевых критериев результативности на примере ООО «Томскводоканал», которая позволит оценить результативность работы каждого подразделения, и каждого отдельного работника и добиваться четких действий сотрудника, направленных на достижение стратегических целей и повышение прибыли.

В результате работы будет разработано положение, где будут представлены показатели результативности и методика расчета по вычислению премии за достижение каждого показателя сотрудниками ООО «Томскводоканал».

Ценность человеческих ресурсов, уже давно осознана современными организациями. Но, возникает вопрос, как же управлять этим «наиболее ценным активом предприятия», «ключевым ресурсом», как использовать весь его потенциал в решении задач организации?

Как говорил Анри Файоль «Успехи в бизнесе определяются совершенством управления». Без сомнения, чтобы достигать намеченных целей, высшее руководство должно координировать работу персонала и заставлять их работать. Для этих целей и существуют мотивационные методы, освоив которые, предприятие вправе рассчитывать на успех.

Основой организации, главным ресурсом и ее ценностью является персонал. Непрерывное определение потребностей в повышении мотивации и проявление заботы о персонале – это самое выгодное и удачное использование организацией способностей сотрудников выполнять установленные требования и достигать запланированных результатов.

Искусство менеджмента в том, чтобы эту личность направить на решение задач организации, на выполнение ее миссии и достижение целей с помощью мотивации.

Один из принципов системы менеджмента качества (СМК) – принцип вовлечения персонала, соответствует основной цели мотивации персонала: определение и соотнесение индивидуальных целей каждого работника с целями предприятия.

До сих пор нет единого определения мотивации персонала, по-разному трактуют это понятие экономисты, социологи и психологи.

Рассмотрев определения термина «мотивация» можно сделать вывод, что мотивация персонала — это создание благоприятных условий труда, в которых у сотрудника появилась бы потребность самоотверженно трудиться, для достижения целей организации, а также удовлетворения своих потребностей (достижения собственных целей).

Для достижения успеха мотивация персонала должна осуществляться на всех уровнях управления и воздействовать на все организационные единицы: каждый отдельный сотрудник, подразделения, а также, коллектив всего предприятия.

Для компаний настроенных на стратегические и тактические цели необходимо эффективно управлять деятельностью сотрудников. И для этого многие компании задаются целью построить систему мотивации персонала, т.к. такая система позволит сформировать необходимое поведение сотрудников и заинтересованность их, добиться лояльности персонала к компании, а также повысить производительность.

По-мнению, большинства теоретиков систем мотивации, «мотивация на результат», является наиболее эффективной и совершенной системой, т.к. дает возможность сотрудникам и бизнесу четкую систему выплат вознаграждений, что увеличивает доход сотрудника в зависимости от приложенных усилий.

«Мотивация на результат» основывается на результатах работ сотрудников, которые определяются с помощью КРІ.

Термин "key performance indicators (KPI)" на сегодняшний день в русском переводе звучит как ключевые показатели эффективности. Но на самом деле, правильнее будет – «ключевой показатель результата деятельности», т.к. слово «performance» включает в себя два понятия – понятия эффективности и результативности.

Таким образом, KPI в значении «ключевой показатель результата деятельности» более объемен и содержит в себе как степень достижения результата, так и затраты на его получение.

Показатель результативности в предприятиях, на практике вводится для удобства измерения результатов работы организации в целом, подразделений и сотрудников, а также создания эффективной системы мотивации на достижение требуемых целей и стимулирования сотрудников компании.

Однако, важная проблема разработки и внедрения KPI в том, что большинство компаний испытывают трудности в понимании и выявлении действительно необходимых показателей, и, впоследствии, анализируются не нужные данные, впустую потраченное время и ресурсы.

Ключевые показатели удобны в использовании не только для высшего руководства компании, но и самим сотрудникам, особенно тем, у кого доход напрямую зависит от результатов труда. Сотрудникам компании эти показатели позволяют легко рассчитать шаги для достижения необходимого результата.

Для компании необходимо, чтобы все ее сотрудники были настроены на достижение целей предприятия, т.к. если будут достигнуты цели предприятия, то могут быть достигнуты и цели самого сотрудника. Источником выплаты дополнительных вознаграждений сотрудников, является прибыль компании, а если прибыли нет, то интересы обеих сторон не будут достигнуты. Отсюда возникает Баланс интересов – основа стабильности компании.

KPI – это инструмент, анализирующий эффективность деятельности и уровень достижения поставленных целей. То есть KPI – это система управления по целям (Management by Objectives, MBO).

«Система KPI» является современным воплощением управления по целям и которая состоит из множества управленческих концепций, появившиеся за последние 20-30 лет и дополняющие классическое «Управление по целям». И соответственно, основоположником системы оценки достижения результатов через KPI также является Питер Друкер.

Мотивация персонала и КРІ стали неразрывными понятиями, так как этими показателями можно построить совершенную и эффективную систему мотивации и стимулирования сотрудников предприятия.

Список информационных источников

1. Парментер, Дэвид. Ключевые показатели эффективности. Разработка, внедрение и применение решающих показателей : пер. с англ. / Д. Парментер. — Москва: Олимп-Бизнес, 2009. — 258 с.
2. Марр, Бернанд. Ключевые показатели эффективности: 75 показателей, которые должен знать каждый менеджер : пер. с англ. / Б. Марр. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 340 с.
3. Боковня, Андрей Евгеньевич. Мотивация - основа управления человеческими ресурсами (теория и практика формирования мотивирующей организационной среды и создания единой системы мотивации компании) : монография / А. Е. Боковня. — Москва: Инфра-М, 2015. — 144 с.
4. Каплан, Роберт С. Сбалансированная система показателей: от стратегии к действию / Р. С. Каплан, Д. П. Нортон. — Москва: Олимп-Бизнес, 2005. — 294 с.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ФЕРРИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ НАЧАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ

Тусупбекова Г. М.

*Карагандинский государственный технический университет, г.
Караганда*

Ферриты, применяемые в современных электронных и радиотехнических устройствах, представляют собой сложные соединения оксидов со своеобразным сочетанием химических элементов, не встречающимся в других природных и промышленных объектах.

Начальная магнитная проницаемость μ_n относится к самым тонким структурным магнитным характеристикам ферритовых материалов из-за чрезвычайно маленьких магнитных полей, способствуя реструктуризации доменной структуры во время реверсирования намагничивания. Из-за низкого давления магнитного

поля на доменной границе также маленькое, и поэтому, максимальное количество и самый широкий диапазон дефектов участвуют в формировании сил сопротивления изгибу и смещению стен доменов. Например, в то время как небольшие поля могут значительно увеличить роль включений, диаметр которых намного меньше, чем толщина доменной границы. Более значительный может быть вклад локальных микродеформаций, и т.д. Все эти обстоятельства определили большой интерес к измерению μ_n , чтобы оценить химическое и структурное совершенство ферритов.

Несмотря на высокую чувствительность кривой формируют μ_n (Т) до степени однородности феррита, этот метод не широко распространен, и существующая работа, которые используют измерения μ_n (Т), интерпретирует изменения в структуре простых моделей, связывающих магнитную проходимость с частным представлением о дефектах (поры, включения, и т.д.).

Согласно классической теории магнетизма [3] процессы намагничивания в общем случае происходят из-за эластичного и неэластичного смещения доменных границ, а также попеременных векторов намагничивания относительно кристаллографических осей. Отношение определенных вкладов процесса вращения и процессов смещения может быть различно для различных материалов. В общем случае может считаться доказанным, что в мягких магнитных материалах роль процесса вращения небольшая и поэтому аналитическое описание температуры поворота с достаточной точностью может быть ограничено моделью смещения доменных границ. Однако в некоторых случаях, и в магнитным способом мягких материалах может доминировать над процессом вращения. Эта ситуация понята, например, в достаточно сильных магнитных полях, когда завершено процесс DG смещения; в небольших единственных доменных частицах, размер которых столь маленький, что это становится энергично неблагоприятным формированием DG; при применении поля вдоль оси трудного намагничивания в одноосных кристаллах, и т.д.

Считая кубическую симметрию структуры исследованного материала, маленькой ценности коэрцитивной силы (магнитомягких) и низкой интенсивности магнитных полей используемой в измерении NRM, наиболее вероятной причиной господства процессов вращения в Li-Ti ферриты могут быть однодоменно маленькие зерна ферритовой керамики. В этом отношении есть потребность оценить критический

размер однодоменных частиц в испытательном материале и экспериментальной проверке результатов вычисления.

Наиболее хорошо переход от единственного домена до многодоменных структур изучен для случая небольших изолированных частиц. Микромагнетизм методов показано, что там существует критическая сфера ферромагнетика диаметра, ниже которой ее намагничивание универсально, и сверхравномерное распределение намагничивания, становится нестабильным. Критический размер абсолютного однодоменного Да согласно термодинамической теории ферромагнитных доменов:

$$D_a = 2A^{0.5} / M_s \quad (1)$$

где: A - обменного взаимодействия постоянная.

Величина обменных взаимодействий может быть оценена по ценности TC [3]: $A = kT_c / a$ температуры Кюри: где параметра решетки, k является константой Больцманна. Ценность насыщенности намагничивания может быть оценена измерением индукции насыщенности в сильных магнитных полях, или измерениями при низких температурах.

Предположено, что форма и энергия DG в мелкой частице совпадают с в гомогенном неограниченном ферромагнетике, получающемся выражении для критического диаметра сферической частицы, D_c , выше которого появление DG приводит к сокращению энергии по сравнению с магнитостатической энергией (в случае гомогенного намагничивания) [2]:

$$D_c = 2\pi\sigma_w / M_s^2 \quad (2)$$

где: σ_w - площади ДГ единицы энергии.

Величину DC является критическим размером однодоменности.

В случае агрегата однодоменных частиц при рассмотрении процесса реверсирования намагничивания очень важно, чтобы принять во внимание их магнитное взаимодействие. Эта учетная запись - очень сложная задача, и поэтому вычисления обычно выполняются для упрощенных моделей. Определение критического размера однодоменной для мелких частиц поликристалла, который окружен другими кристаллическими блоками, представляет значительные

трудности, главным образом, потому что ось простого намагничивания мелких частиц, распределены в произвольном порядке. Как следствие магнитостатическая энергия различных мелких частиц может измениться по различным пределам. Для магнитостатической энергии мелкой частицы в феррите используется вычисления Ноулса [5] с кубической структурой и получил выражение для критического диаметра единственных доменных мелких частиц:

$$D_{cg} = 40\pi\sigma_w / |K_1| \quad (3)$$

Выражение (3) то же как (2) является приближением, и поэтому оно может только использоваться для вычислений оценки. Поскольку важные характеристики доменной структуры материалов берут толщину δ_w , которая может быть оценена формулой [3]:

$$\delta_w = \sqrt{A/|K_1|}$$

Используя константу обменного взаимодействия с температурой Кюри легко показать что [3]:

$$\delta_w = 87a\sqrt{T_c M_s} / |K_1| \quad (4)$$

$D_{cg} \gg \delta_w$ неравенства выполняется в заключении D_c условие применимости (2) и (3).

Ценность намагничивания насыщенности в Li-Ti ферритах была определена, измерив зависимость плотности магнитного потока насыщенности магнитного поля и экстраполяции кривой к бесконечности. Температура Кюри была определена, экстраполируя крутое снижение согласно $\mu_n(T)$ на оси температур. В среднем это может быть взято равное 560 К, Параметр решетки феррита был определен рентгеновскими измерениями дифрактометрическая линия (800) и был равным $8.369 \cdot 10^{-8}$ см.

По результатам вычислений абсолютный размер однодоменности D_a и критический размер однодоменности D_C намного меньше, чем средний размер зерна (более чем 2 микрона). Однако совпадению этих размерностей с толщиной D_G не позволяют считать данные корректное вычисление. Однако критический диаметр D_{cg} был большим количеством большого D_W толщины, который приводит причину, чтобы доверять результатам вычисления. В будущем мы принимаем

критический диаметр мелких частиц однодоменных в феррите Li-Ti, значение D_{cg} равно 7.5 мкм. Из этого следует, что в большинстве мелких частиц поликристаллического феррита содержит по крайней мере одну доменную границу, и следовательно в реверсировании намагничивания процессы будут во власти механизма смещения доменных границ.

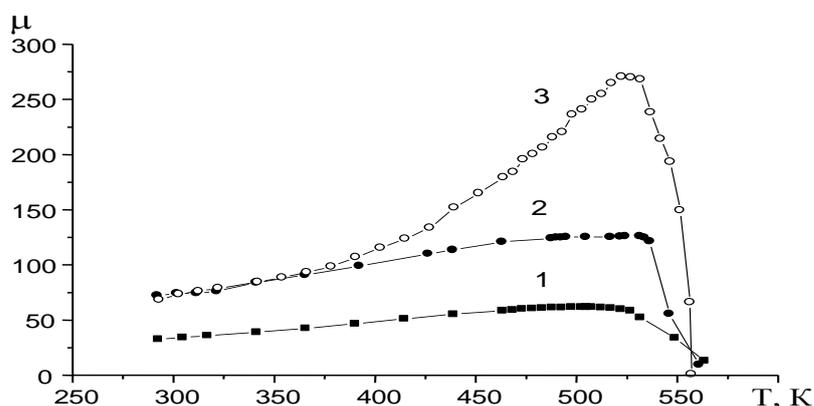


Рис. 1 Для образцов с зернистостью 93 мкм (3), 7,7 мкм (2) и 1,8 мкм температурные зависимости начальной магнитной проницаемости

Наблюдаемые изменения в характеристиках, не связанных с изменением доменной структуры, и из-за увеличенной фазовой и структурной однородности выборок как спекание. В частности из рисунка 1 замечено, что изменение в размере зерна от 7.7 микронов до 93 микронов практически не влияет на значение μ_n в диапазоне комнатной температуры, но влияет на сумму μ_n в штрихе высокой температуры.

Учитывая, что в выборках с единственными доменными мелкими частицами, реверсирование намагничивания происходит из-за вращения магнитных моментов, тогда предельные значения индукции насыщенности ($H \sim 8$ Э), возможно оценить относительный вклад этого механизма размер $\sim 14\%$. Очевидно, что в слабых магнитных полях (в измерении μ_n) этот вклад будет еще менее примечательным.

В заключение мы отмечаем, что многие проблемы технологии производства ферритов не выработаны, как свидетельствуется высоким процентом брака. Большие трудности при корректировке производства возникают из-за нехватки духовок специализированного оборудования,

вибрирующих заводов и других вещей, но также и вследствие низкого качества сырья, прежде всего окиси железа.

Список информационных источников

1. Журавлев Г.И. Химия и технология ферритов. Л.: Химия, 2008.
2. Левин Б.Е., Третьяков Ю.Д., Летюк Л.И. Физико-химические основы получения, свойства и применение ферритов. М.:Металлургия, 2009, 471с.
3. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука 2009.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ ЛЕГКОСПЛАВНЫХ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

Тянь Юнь

Томский политехнический университет

Научный руководитель: Якимов Е.В., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества

Легкосплавные бурильные трубы изготавливают в соответствии со стандартом ГОСТ 23786-79 [1]. На рисунке 1 показаны чертежи труб с внутренними концевыми утолщениями, изготавливаемых без резьбы и с резьбой.

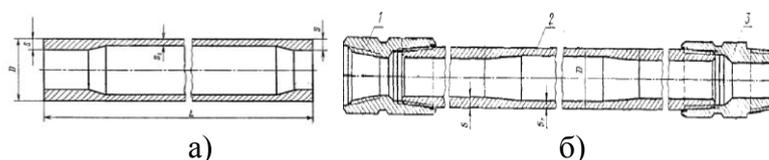


Рисунок 1 – Трубы с внутренними концевыми утолщениями, без резьбы (а), с внутренними концевыми утолщениями с нарезанной правой резьбой и навинченными стальными замками (б)

Толщина стенки основного сечения S_1 труб с внутренними концевыми утолщениями может варьироваться от 7,5 до 9 мм. Предельные отклонения по толщине стенки для труб повышенной точности $\pm 0,4$ мм, для труб нормальной точности от $\pm 0,7$ мм до $\pm 0,8$ мм.

Толщина стенки основного сечения S_1 труб с внутренними концевыми утолщениями с нарезанной правой резьбой и навинченными стальными замками может варьироваться от 9 до 17 мм. Предельные отклонения по толщине стенки для труб нормальной

точности от $\pm 0,9$ мм до $\pm 1,7$, для труб повышенной точности от $\pm 0,4$ мм до $\pm 0,5$ мм.

Толщина стенки основного сечения S_1 труб с внутренними концевыми утолщениями и протекторным утолщением может варьироваться от 10 до 13 мм. Предельные отклонения по толщине стенки для труб нормальной точности от ± 1 мм до $\pm 1,3$, для труб повышенной точности $\pm 0,5$ мм.

В зависимости от принципа работы методы контроля толщины стенки легкосплавных бурильных труб делятся на вихретоковые, акустические, магнитные, радиационные и визуально-оптические.

Вихретоковый метод

Вихретоковый метод контроля основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля (ОК) этим полем. В качестве источника электромагнитного поля чаще всего используется индуктивная катушка (одна или несколько), называемая вихретоковым преобразователем (ВТП). Синусоидальный (или импульсный) ток, действующий в катушках ВТП, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электромагнитном объекте [2].

Вихретоковый толщиномер ВТ-15.01 (Рисунок 2), разработанный в Институте неразрушающего контроля ТПУ [3], является рабочим средством контроля в ручном режиме толщины стенки легкосплавных бурильных труб (ЛБТ) типа ТБ и ТБП, изготавливаемых в соответствии со стандартом ГОСТ 23786-79 из алюминиевого сплава Д16.



Рисунок 2 – Вихретоковый толщиномер ВТ-15.01

Акустический метод

Ультразвуковые методы пригодны для измерения толщины металлических и неметаллических материалов, имеют хорошую направленность, обеспечивают высокую скорость и точность.

По физическим принципам, используемым для измерения толщины, акустические толщиномеры делят на эхоимпульсные и резонансные. Принцип ультразвуковой толщинометрии импульсными приборами основан на измерении времени прохождения ультразвукового импульса в изделии или в слое и умножении измеренного времени на коэффициент, учитывающий скорость звука в материале изделия. В резонансных приборах для измерения толщины используется локальный резонансный метод или локальный метод свободных колебаний, а также интерференционные явления, возникающие при распространении акустических волн в изделии [4].



Рисунок 1 – Ультразвуковой толщиномер А1209

Таблица 1 – Технические характеристики акустических толщиномеров

Модель	Цена, USD	Габариты, мм	Погрешность измерений	Диапазон измеряемых толщин, мм
Производство: Time Group Inc. (Китай)				
Толщиномер ультразвуковой ТТ130	298	126 x 68 x 23	± (1% + 0,1)	1,2-225
Ультразвуковой толщиномер ТТ340	1480	211 x 125 x 46	± (1% + 0,1)	1,2-225
Производство: Мегеон (Россия)				
Ультразвуковой толщиномер Мегеон 19100	188	146 x 72 x 29	± (1% + 0,1)	1-225
Ультразвуковой толщиномер Мегеон 19130	293	146 x 72 x 29	± (1% + 0,1)	1-300
Производство: Olympus NDT (США)				
Толщиномер ультразвуковой 27MG	450	84,0 x 152,4 x 39,6	±1%	0,50-635
Ультразвуковой толщиномер 38DL Plus	6277	211 x 125 x 46	±1%	1-254

Магнитный метод

Магнитные методы основаны на взаимодействии магнитного поля с контролируемым объектом. Контролируемый объект помещается в магнитное поле с меньшей магнитной проницаемостью, часть магнитных силовых линий выходит на поверхность объекта, образуя вокруг этого дефекта поля рассеяния.

Магнитный принцип индукции является использование зонда через неферромагнитным потока оболочки течет в размере железа подложки для определения толщины покрытия, облицовкаю. толщиной, измеренной посредством меньшего, то лечиться по толщине. Существенно зависит от способа намагничивания контролируемого изделия. С целью получения максимальной чувствительности и разрешающей способности магнитного метода неразрушающего

контроля применяются различные виды намагничивания материалов [5].

Таблица 2 – Технические характеристики магнитных толщиномеров

Модель	Цена, USD	Габариты, мм	Погрешность измерений	Диапазон измеряемых толщин, мм
Производство: Olympus (США)				
Olympus NDT Magna Mike 8600	5227	236 x 167 x 70	± (1%N + 0.1)	0.001-25.4
Olympus NDT Magna Mike 8500	5238	238 x 138 x 38	± (1%N + 0.1)	0.001-0.79

Радиационный метод

Радиационные методы контроля основаны на регистрации и анализе ионизирующего излучения при его взаимодействии с контролируемым изделием [6].

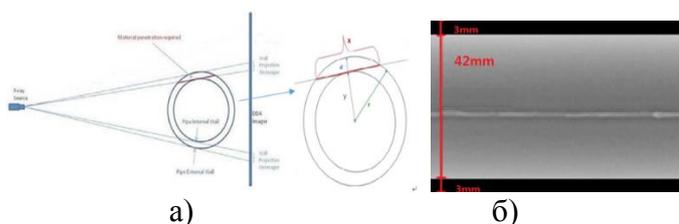


Рисунок 2 – Принцип измерения толщины радиационным методом (а) и рентгеновская фотография трубы (б)

$$x = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot r \cdot y - y^2}; y = r - d,$$

где x – длина пробития; r - внешний радиус трубы; d – толщина стенки

$$M = \frac{a+b}{a},$$

где M – увеличение; a - расстояние от источника до объекта; b - расстояние от объекта до детектора.

Визуально-оптический метод

Основные преимущества визуально-оптического контроля – простота контроля, несложное оборудование, сравнительно малая трудоёмкость. Однако данный вид контроля толщины стенки можно использовать только на концах трубы [7].

Таблица 3 – Микрометры для измерения толщин труб

Модель	Цена, USD	Габариты, мм	Погрешность измерений, мкм	Диапазон измеряемых толщин, мм
Производство: VOGEL (Германия)				
Микрометры МКЦ Vogel цифровые IP65 с быстрой подачей 232130	460	24x6.5x2.5	2	0-25
Микрометры МТЦ Vogel цифровые для измерения тормозных дисков 232813	576	24x6.5x2.5	5	0-25
Производство: Крин (Россия)				
Микрометр гладкий цифровой МКЦ-25	87	25x6.5x2.5	-(дел. 1 мкм)	0-25
Микрометр гладкий цифровой МКЦ-100	87	25x6.5x2.5	-(дел. 1 мкм)	75-100
Производство: SHAN (Китай)				
Микрометр МКЦ 0-25	106	183 x86x32	-(дел. 1 мкм)	0-25
Микрометр МКЦ 25-50	125	183 x86x32	-(дел. 1 мкм)	25-50



Рисунок 4 – Микрометр цифровой для измерения толщин труб

Список информационных источников

- 1.ГОСТ 23786-79. Трубы бурильные из алюминиевых сплавов. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 22 с.
- 2.Дмитриев А.Ю.Основы технологии бурения скважин: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 216 с.
- 3.Вихретоковый толщиномер ВТ-15.01. Руководство по эксплуатации. – Томск, Томский политехнический университет, 2014
- 4.Ермолов И. Н., Ланге Ю. В. Ультразвуковой контроль. – В кн.: Неразрушающий контроль /Справочник// Под общ. ред. В. В. Клюева. Т. 3.– М.: Машиностроение, 2004. – 864 с.
- 5.Конструирование СВЧ-устройств и экранов / А. М. Чернушенко, Н. Е. Меланченко, Л. Г.Мало- рацкий, Б. В. Петров; Под ред. А. М. Чернушенко. М.: Радио и связь, 1983. 400 с.
- 6.Электронный.ресурс URL :<http://www.lcndt.net/news/630.html>
- 7.Каневский, И.Н. Неразрушающие методы контроля: учеб.пособие / И.Н. Каневский, Е.Н. Сальникова. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 243 с.

ВИХРЕТОКОВЫЙ ТОЛЩИНОМЕР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СТЕНОК ЛЕГКОСПЛАВНЫХ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

Устюгов Д.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Якимов Е.В., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

В настоящее время в связи с бурным развитием бурильных технологий и появлением специфических задач [1] (сверхглубокое, горизонтальное и наклонное бурение) чрезвычайно важно обеспечить высокую эксплуатационную надежность бурильной колонны (БК), снизить ее напряженно-деформированное состояние и обеспечить безаварийную работу в условиях экстремальных нагрузок и высоких температур [2]. Компонировка и вес БК существенным образом влияют на технико-экономические показатели проводки скважин, формирование сил сопротивления и определяют уровень нагрузок на элементы буровой установки.

Одним из наиболее перспективных путей решения этих проблем является использование легкосплавных бурильных труб (ЛБТ), изготовленных из специальных алюминиевых сплавов, которые обладают рядом ценных физико-механических свойств, выгодно отличающих их от сталей – основного материала для изготовления бурильных труб. К основным из этих свойств следует отнести:

- низкий удельный вес;
- высокое облегчение в растворах различной плотности;
- высокую удельную прочность;
- пониженное значение модулей продольной упругости и сдвига;
- виброгасящие свойства;
- коррозионную стойкость в агрессивной среде и, в первую очередь, в H₂S и CO₂;
- немагнитные свойства;
- легкую разбуриваемость (разрушение долотами, фрезами).

Разрушение бурильной трубы внутри скважины — это довольно серьезная авария, ликвидация данной аварий весьма ответственная работа, неумелое ведение которой может привести к серьезным поломкам бурового оборудования и вышки, гибели скважины [3]. Одна

из основных причин данной аварии, чрезмерное утонение стенки бурильной трубы. Для предупреждения чрезмерного утонения проводят контроль остаточной толщины стенки бурильных труб.

Основным методом контроля толщины является ультразвуковая толщинометрия. Однако данный метод имеет существенные недостатки: малая скорость измерений; нет возможности проводить сплошной контроль; требуется контакт с объектом контроля. Поэтому, для проведения полноценного контроля толщины стенки легкосплавной трубы можно применить двухчастотный вихретоковый метод контроля [4], который лишен недостатков ультразвукового метода.

Двухчастотный вихретоковый метод контроля может быть использован для измерения толщины стенок легкосплавных бурильных труб. По данному методу формируется два сигнала: низкочастотный, который является основным и предназначен для измерения толщины стенки трубы, и высокочастотный, который зависит от изменения зазора между трубой и преобразователем.

Возможны различные варианты построения двухчастотных вихретоковых толщиномеров [5]. Ниже предложена наиболее оптимальная по температурной стабильности схема вихретокового толщиномера, поскольку большая часть обработки сигналов выполняется на персональном компьютере.

Предлагаемая схема толщиномера, рисунок 1, состоит из вихретокового преобразователя (ВТП), платы сбора данных (ПСД), блока питания (БП) и персонального компьютера (ПК).

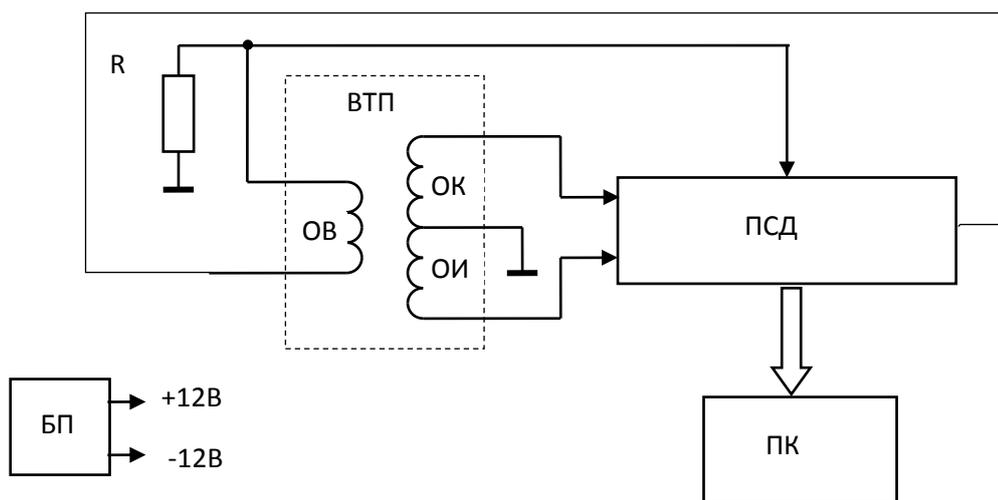


Рисунок 2 – Структурная схема вихретокового толщиномера

Двухчастотное выходное напряжение, генерируемое с помощью ЦАП платы сбора данных ПСД, поступает на обмотку возбуждения ОВ вихретокового преобразователя ВТП. Начальное напряжение измерительной обмотки ОИ компенсируется сигналом, поступающим с компенсационной обмотки ОК. Полученные вносимые напряжения поступают на плату сбора данных ПСД, далее сигналы поступают на персональный компьютер ПК, где производится обработка сигналов.

Таким образом, вихретоковый толщиномер позволяет проводить контроль, полностью удовлетворяя требованиям нормативной документации.

Список информационных источников

1. Попов А.Н., Спивак А.И., Акбулатов Т.О. и др. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. Для вузов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003 – 509 с.

2. Супанжи В.В. Эффективность применения алюминиевых бурильных труб при бурении скважин на нефть и газ // Бурение и нефть. – 2012.- №6 – 7. – 46 с.

3. Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин: Учебник для нач. проф. Образования – М: «Академия», 2003. – 352 с.

4. Неразрушающий контроль. Справочник. Под ред. В.В. Клюева, т.2, в 2-х кн. Кн. 1: Контроль герметичности. Кн. 2: Вихретоковый контроль. – М.: Машиностроение, 2003. – 688 с.

5. Якимов Е. В., Гольдштейн А. Е., Булгаков В. Ф., Алхимов Ю. В., Белянков В. Ю. Измерение толщины стенки электропроводящих труб вихретоковым методом при значительных изменениях зазора // Контроль. Диагностика. - 2014 - №. 11. - С. 14-18

ВЛИЯНИЕ НАМАГНИЧЕННОСТИ ФЕРРИТОВ НА МАГНИТОФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД ПРИ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ

Фидченко М.В., Лысенко Е.Н.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Суржиков А.П., д. ф.-м. н., заведующий
кафедрой физических методов и приборов контроля качества*

Проблема оценки фазового состава многокомпонентных магнитных материалов из-за невозможности корректного разложения

рентгеновских отражений фаз с близкими параметрами решетки в материалах такого рода приводит к необходимости разработки дополнительного метода контроля фазового состава. Одним из таких методов является термомагнитометрический анализ, основанный на термогравиметрических (ТГ) измерениях в магнитном поле.

Как известно, при нагревании ферритовых материалов в магнитном поле при термогравиметрических измерениях на ТГ кривой наблюдается весовой скачок (Δm) в области магнитофазового перехода, определяющий температуру перехода из магнитного в парамагнитное состояние исследуемого материала. По деривативной ТГ кривой (ДТГ) можно с достаточно высокой точностью определить температуру Кюри образца.

Возможности ТГ метода продемонстрированы в ряде работ как на качественном [1], так и на количественном уровне [2], а также установлена чувствительность данного метода для контроля магнитофазового перехода для разных систем, состоящих из магнитных и немагнитных фаз [3].

Данная работа направлена на выявление закономерности изменения магнитофазового перехода для литиевых ферритов с различной намагниченностью насыщения.

В качестве исследуемых материалов были выбраны литиевые ферриты составов LiFe_5O_8 , $\text{Li}_{0.6}\text{Fe}_{2.2}\text{Ti}_{0.2}\text{O}_4$, $\text{Li}_{0.75}\text{Fe}_{1.75}\text{Ti}_{0.5}\text{O}_4$, которые были изготовлены методом твердофазного синтеза на воздухе в лабораторной печи. После проведения операции синтеза образцы исследовались на дифрактометре ARL X'Tra для уточнения фазового состава исследуемых образцов. Измерение намагниченности (M_s) проводили при комнатной температуре на вибрационном магнитометре в магнитном поле с амплитудой 10 кЭ.

Термогравиметрические измерения исследуемых образцов литиевых ферритов осуществлялись с помощью термического анализатора STA 449C Jupiter фирмы Netzsch чувствительностью весов 0.1 мкг (см. рис. 1). Для контроля за магнитным состоянием образцов с внешней стороны измерительной ячейки в режиме охлаждения прикладывалось поле постоянных магнитов ($H \sim 5$ Э).

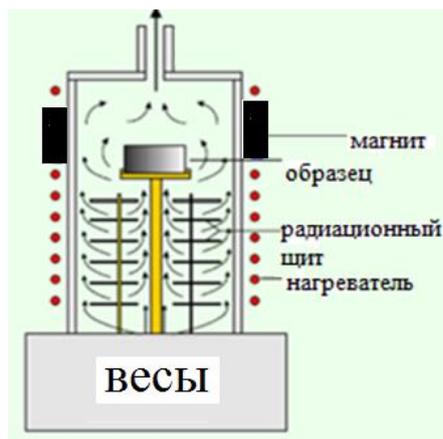


Рисунок 1 – Схема весовой части термического анализатора

На рисунках 2-4 представлены ТГ/ДТГ зависимости при контролируемом нагреве исследуемых образцов. Видно, что при нагреве ферритов наблюдаются весовые скачки в области температуры Кюри, значения которых показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики литиевых ферритов

Состав	M_s , Гс	T_c , °С	Δm , %
$LiFe_5O_8$	310	631	0.42
$Li_{0.6}Fe_{2.2}Ti_{0.2}O_4$	210	534	0.36
$Li_{0.75}Fe_{1.75}Ti_{0.5}O_4$	120	374	0.24

Анализ литературы показал, что увеличение содержания ионов титана в литиевом феррите приводит к уменьшению температуры Кюри и удельной намагниченности литий-титановых ферритов [4]. Измеренные значения намагниченности насыщения для исследуемых образцов имеют близкое значение к литературным данным по литий замещенным ферритам. К тому же данные значения уменьшаются с увеличением содержания ионов титана в литиевом феррите.

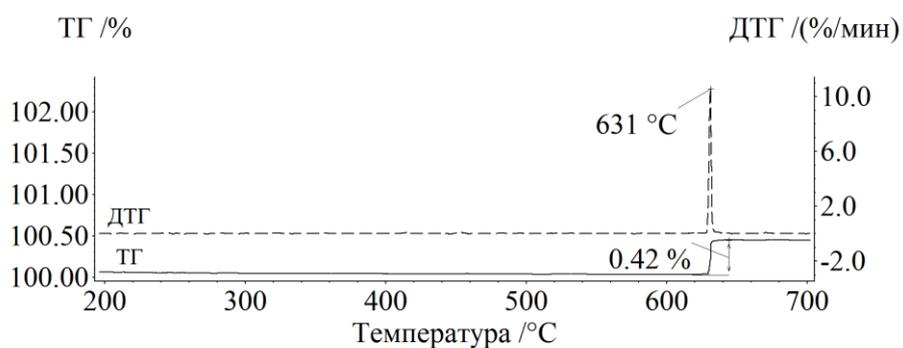


Рисунок 2 – ТГ/ДТГ зависимости при нагреве образца $LiFe_5O_8$

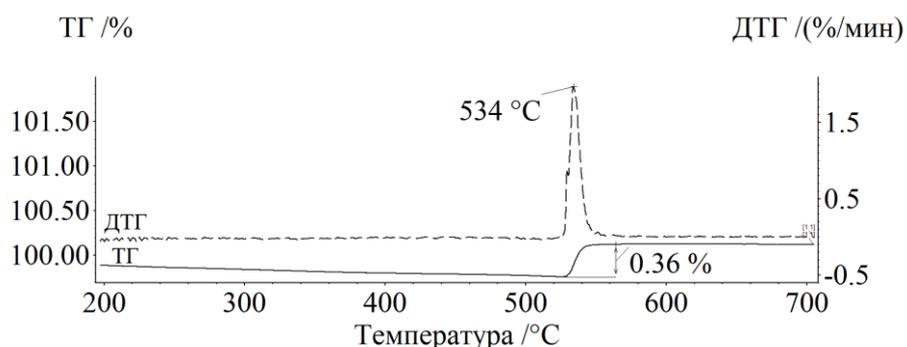


Рисунок 3 – ТГ/ДТГ зависимости при нагреве образца $\text{Li}_{0.6}\text{Fe}_{2.2}\text{Ti}_{0.2}\text{O}_4$

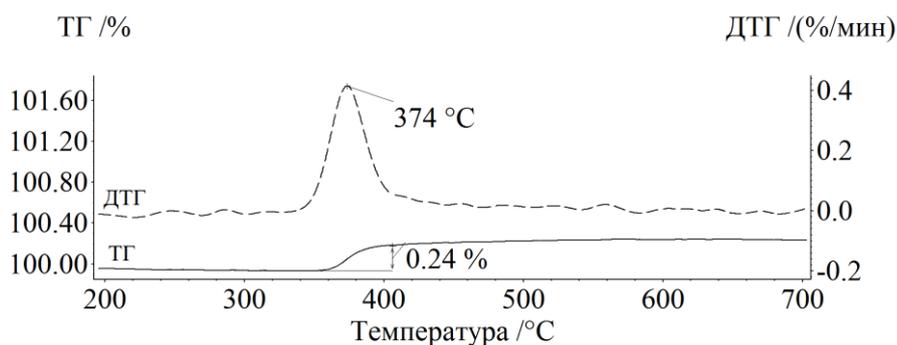


Рисунок 4 – ТГ/ДТГ зависимости при нагреве образца $\text{Li}_{0.75}\text{Fe}_{1.75}\text{Ti}_{0.5}\text{O}_4$

Из результатов следует, что температура Кюри ферритов также уменьшается с увеличением содержания ионов титана. Значения температур Кюри согласуются с литературными данными для данных составов.

В работе установлено, что с уменьшением намагниченности литиевых ферритов уменьшается высота весового скачка на ТГ кривой. Зависимость высоты весового скачка от намагниченности ферритов приведена на рис. 5. Погрешность измерения была рассчитана по 5 образцам и составила около 7 %.

Таким образом, предварительные результаты показали линейную зависимость высоты весового скачка от намагниченности ферритов. Однако, данная работа требует продолжения с целью увеличения точек на данной зависимости и уменьшения погрешности эксперимента.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

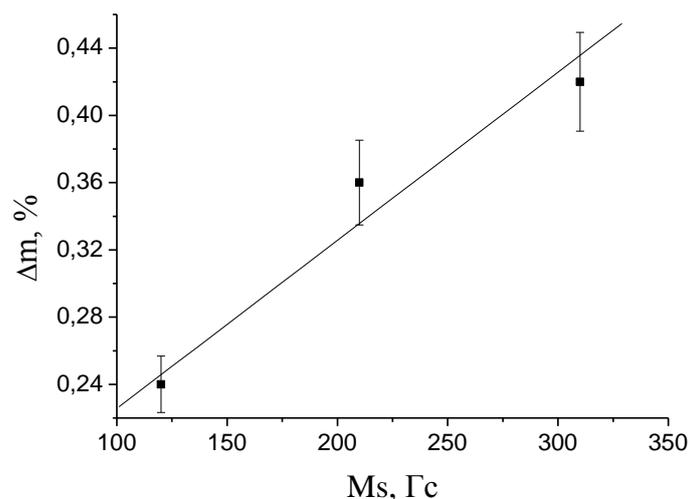


Рисунок 5 – Зависимость высоты весового скачка от намагниченности ферритов

Список информационных источников

1. Surzhikov A.P., Pritulov A.M., Lysenko E.N., Vlasov V.A., Vasendina E.A., Malyshev A.V. Analysis of the phase composition and homogeneity of ferrite lithium-substituted powders by the thermomagnetometry method // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 2013 – Vol. 112. – P. 739-745.

2. Astafyev A.L., Lysenko E.N., Surzhikov A.P., Neudahina N.A. Development of control method for ferrite phase composition using thermomagnetometric analysis // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2014. – Vol. 66. – 012037.

3. Astafyev A.L., Lysenko E.N., Surzhikov A.P. Estimation of thermomagnetometry method sensitivity for magnetic phase determination // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – 2016.-Vol. 110. – 012090.

4. White G.O, Patton C.E. Magnetic properties of lithium ferrite microwave materials // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 1978. V.9. – P. 299.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Фу Аохань, Степанов А.Б.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Степанов А. Б., старший преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Измерение параметров движения различных жидких и газообразных веществ широко применяется в нефтегазодобывающих и транспортирующих системах (магистральных трубопроводах), а также при контроле технологических процессов во многих других областях современной промышленности.

Измерение расхода переработанной нефти, а точнее фракций, полученных в результате ее «перегонки» является задачей, решение которой до настоящего времени вызывает довольно большие трудности. Поэтому к решению этой измерительной задачи в настоящее время, как правило, подходят с совершенно разных позиций и предлагается достаточно большое количество методов и средств измерений, которые с той или иной степенью точности позволяют получить достоверные данные об измеряемом расходе.

Основными параметрами движения потоков различных жидких и газообразных веществ является расход, определяемый как количество вещества, протекающее через сечение трубопровода (канала) в единицу времени, и полный расход, то есть общее количество протекающего вещества. Кроме того, в ряде случаев также необходимо определять скорость потока.

Приборы для измерения расхода называются расходомерами, для измерения количества вещества - счетчиками, а для измерения скорости потоков - анемометрами. Расходомеры нашли широкое применение, поскольку позволяют дифференцированно определять значение расхода мгновенного или среднего за определенный период времени. Счетчики количества определяют количество протекающего вещества за определенный временной интервал. Расход по счетчику можно вычислить как средний за определенный интервал времени.

Единицы расхода могут быть объемными - метр кубический в час, в секунду, литр в секунду и т. д. и массовыми - килограмм в секунду, в час и т. д.

При выборе к современным расходомерам нефти и нефтепродуктов, как правило, предъявляют разнообразные требования [1]:

- Высокая точность измерения;
- Высокая надежность;
- Малая зависимость точности измерения расхода от изменения плотности вещества;
- Высокое быстродействие измерительного прибора или его высокие динамические характеристики;
- Большой диапазон измерения.

Заметим, что такое большое разнообразие и сложность требований, предъявляемых к современным расходомерам, является одной из основных причин разработки и создания значительного числа разновидностей современных расходомеров. При выборе конкретной модели расходомера необходимо исходить из свойств и параметров измеряемого вещества, учитывая при этом возможность выполнения требования по точности измерения, сложности измерительного устройства, а также условий эксплуатации и поверки расходомера.

Расходомеры, применяемые для измерения расхода нефти и нефтепродуктов можно условно разделить на три следующие группы:

1. Измерительные приборы, основанные на гидродинамических методах;
2. Измерительные приборы с непрерывно движущимся телом;
3. Измерительные приборы, основанные на различных физических явлениях.

Из первой группы наибольшее распространение получили расходомеры переменного перепада давления, а также вихревые расходомеры.

Расходомером переменного перепада давления называется устройство, принцип действия которого основан на том, что в зависимости от измеряемого расхода вещества изменяется перепад давления на неподвижном сужающем устройстве, которое установлено в трубопроводе или элементе трубопровода (колена) [2].

Расходомеры переменного перепада давления обладают рядом достоинств:

- Применяются для любых однофазных жидких веществ, а также в очень широком диапазоне давлений и температур;

- Не требуют образцовых установок для градуировки и поверки при применении нормализованных сужающих устройств;

- Легкость серийного производства таких расходомеров.

К недостаткам расходомеров переменного перепада давления можно отнести:

- Общая предельная погрешность измерения расхода составляет 1 – 2%;

- Небольшой диапазон измерения и неравномерность шкалы расходомера;

- Сложности применения при малых расходах вещества, в пульсирующих потоках и в потоках, содержащие различные примеси.

Принцип действия вихревых расходомеров основан на измерении частоты колебаний, возникающих в потоке в процессе вихреобразования [3].

К достоинствам вихревых расходомеров можно отнести:

- Отсутствие подвижных частей;

- Простота и надежность конструкции расходомера;

- Большой диапазон измерения;

- Линейность шкалы;

- Независимость показаний расходомера от давления и температуры измеряемой среды;

- Невысокая погрешность 0,5 – 1,5%.

Недостатками вихревых расходомеров являются:

- Не возможность применения на малых скоростях жидкости;

- Их применение затруднительно для больших диаметров труб;

- Не пригодны для измерения расхода загрязненных и агрессивных сред.

Из второй группы получили наибольшее распространение тахометрические и силовые расходомеры.

Принцип действия тахометрических расходомеров основан на использовании зависимости скорости движения тел – чувствительных элементов, помещенных в поток жидкости, от расхода веществ, протекающих через эти расходомеры [1].

Тахометрические расходомеры обладают рядом достоинств:

- Высокая точность;

- Возможность измерения малых расходов;

- Широкий диапазон измерения;

- Невысокая стоимость.

К недостаткам тахометрических расходомеров можно отнести:

- Чувствительность к механическим примесям;
- Износ движущихся частей механизма приводит к снижению точности измерений;
- Не применяются для измерения расхода в трубопроводах большого диаметра;
- Высокий перепад давления из-за перекрытия тракта потока жидкости;
- Наличие газа (пузырей) в жидкости могут влиять на точность измерений.

В кориолисовых расходомерах под влиянием силового воздействия возникает кориолисово ускорение, которое зависит от расхода [4].

Кориолисовые расходомеры обладают рядом достоинств:

- Высокая точность измерений;
- Не требуют наличия прямолинейных участков до и после расходомера;
- Длительный срок службы и простота обслуживания;
- Измеряют расход сред с высокой вязкостью.

К недостаткам кориолисовых расходомеров можно отнести:

- Гидравлические потери, обусловленные разветвлением потока жидкости на два трубопровода и последующее объединение этих двух потоков;
- Высокая стоимость расходомера.

Из третьей группы наибольшее применение получили акустические (ультразвуковые) расходомеры. Принцип действия акустических расходомеров основан на измерении того или иного физического эффекта, возникающего при прохождении колебаний через поток жидкости и зависящего от расхода. Заметим, что почти все применяемые на практике акустические расходомеры, как правило, работают в ультразвуковом диапазоне частот и поэтому их называют ультразвуковыми [4].

Достоинства ультразвуковых расходомеров:

- Возможность измерения расхода любых жидкостей (не содержащих различных газовых включений), в том числе агрессивных и вязких, в любых трубопроводах;
- Высокое быстродействие;

- Очень небольшая величина или даже полное отсутствие дополнительной потери давления;
 - Бесконтактный принцип работы приемных устройств.
- Недостатки ультразвуковых расходомеров:
- Относительная сложность их измерительной схемы;
 - Зависимость показаний расходомера от плотности контролируемой среды.

Расходомеры нефти и нефтепродуктов представлены сегодня в нескольких модификациях, и при своей работе используют различные принципы действия. Выбор расходомера в каждом конкретном случае будет обусловлен, в первую очередь, характеристиками измеряемой жидкости. Как правило, для светлых и темных нефтепродуктов применяются различные виды счетчиков. Кроме того, на выбор расходомера влияют и другие параметры – это величина измеряемого расхода жидкости, а также точность, с которой необходимо выполнять измерения. Поэтому при выборе того или иного типа измерительного прибора следует исходить из важности тех или иных технических и метрологических требований, предъявляемых к измерению расхода нефти и нефтепродуктов в каждом конкретном случае.

Использование современных моделей расходомеров нефтепродуктов позволяет в полной мере осуществить коммерческий учет различных продуктов переработки нефти, а также эффективно его контролировать на всех этапах переработки нефти.

Список информационных источников

1. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справочник / П. П. Кремлевский. – 5-е изд., перераб. и доп.. – СПб.: Политехника, 2002-2004. Кн. 1: Расходомеры переменного перепада давления, расходомеры переменного уровня, тахометрические расходомеры и счетчики. – 2002. – 409 с.

2. Расходомеры переменного перепада давления [Электронный ресурс]. – URL: http://edu.dvgups.ru/METDOC/ITS/GIDRA/GIDRAVL/METHOD/AKIMO_V/frame/3_1.htm - Загл. с экрана – Дата обращения: 7.05.2016

3. Киясбейли А. Ш. Вихревые счетчики-расходомеры / А. Ш. Киясбейли, М. Е. Перельштейн. – Москва: Машиностроение, 1974 – 161 с.

4. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справочник / П. П. Кремлевский. – 5-е изд., перераб. и доп.. – СПб.: Политехника, 2002-2004. Кн. 2: Расходомеры: обтекания, силовые, тепловые, оптические, ионизационные, ядерно-магнитные, концентрационные, меточные, корреляционные, вихревые, электромагнитные, ультразвуковые (акустические). – 2004. – 412 с.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ

Хайруллин А.Р.¹, Мельнов К.В.¹, Глиненко Е.В.²

Томский политехнический университет

Научные руководители:

¹*Гаврилин А.Н., к.т.н., доцент кафедры автоматизация и роботизация в машиностроении*

²*Мойзес Б.Б., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Повышение качества и надежности работы технологических систем является актуальной темой. Для решения этой задачи можно выделить несколько групп методов, основными из которых являются технологические и конструкционные. К технологическим методам относится изменение режимов механообработки (подача, частота вращения шпинделя, глубина резания). К конструкционным методам относят установку специальных устройств, представляющих собой механизмы для повышения жесткости, снижения уровня вибраций, что позволяет значительно увеличить время стойкости инструмента, долговечности срока эксплуатации технологического оборудования технологической системы (ТС) [1–4].

К основным методам повышения жесткости системы относятся: геометрическая правильность стыковых поверхностей (плоскостность, цилиндричность) и чистота их обработки, уменьшение числа стыков конструкции, состояние и расположение некоторых слабых звеньев узла, центричность приложения нагрузки к стыку, создание предварительного натяга и т.п.

Как известно жесткость несущих элементов технологического оборудования на 70-80 % зависит от наличия стыков, вследствие чего работу ТС можно условно разделить на две зоны: «низкой» и «высокой» жесткости. Для увеличения жесткости ТС прикладывается некоторая сила натяга F_n , которая приводит к смещению

характеристики соотношения деформация-сила (рис.1). При этом достигается значительное повышение точности и качества обработки детали, повышается время стойкости работы инструмента, а также надежность работы ТС. Следует отметить, что указанный эффект достигается при малых экономических затратах.

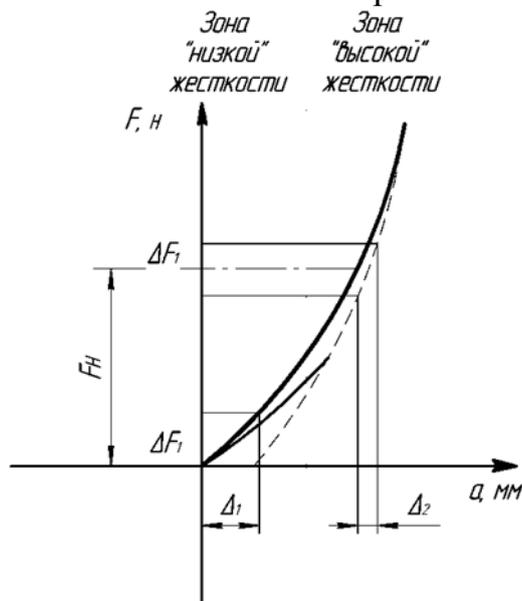
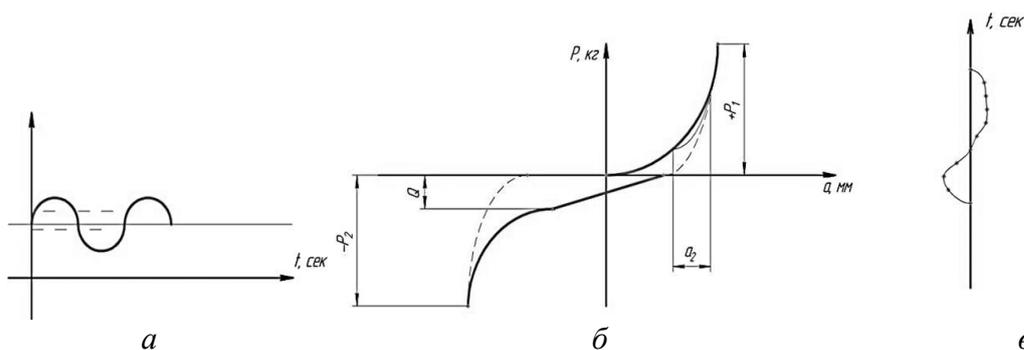


Рис. 1. График показывающий зависимость между прилагаемой силой и деформацией ТС

В зоне «малой» жесткости при работе возникает люфт в соединении, который сказывается на качестве обработки детали. В зоне «высокой» жесткости люфт отсутствует и жесткостная характеристика имеет зависимость, приведенную на рис. 2 [5].



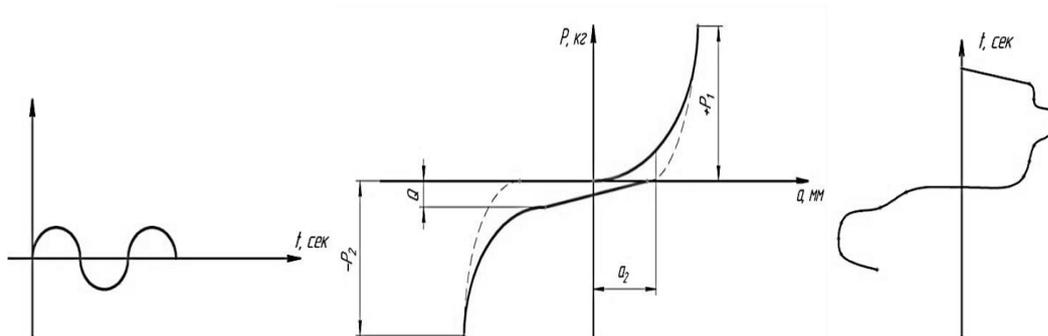


Рис.2 Форма виброперемещений при динамическом нагружении механического узла гармоническим законом: а) закон нагружения при наличии силы натяжения; б) картина вибрации в зоне «высокой» жесткости (при отсутствии люфта) в) амплитуда колебаний при наличии силы натяжения; г) закон нагружения без наличия силы натяжения д) картина вибрации в зоне «низкой» жесткости (при наличии люфта) е) амплитуда колебаний при наличии силы натяжения

Из анализа этой зависимости можно сделать вывод о повышении жесткости системы и снижении люфта в исполнительном органе ТС за счет создания предварительного натяга.

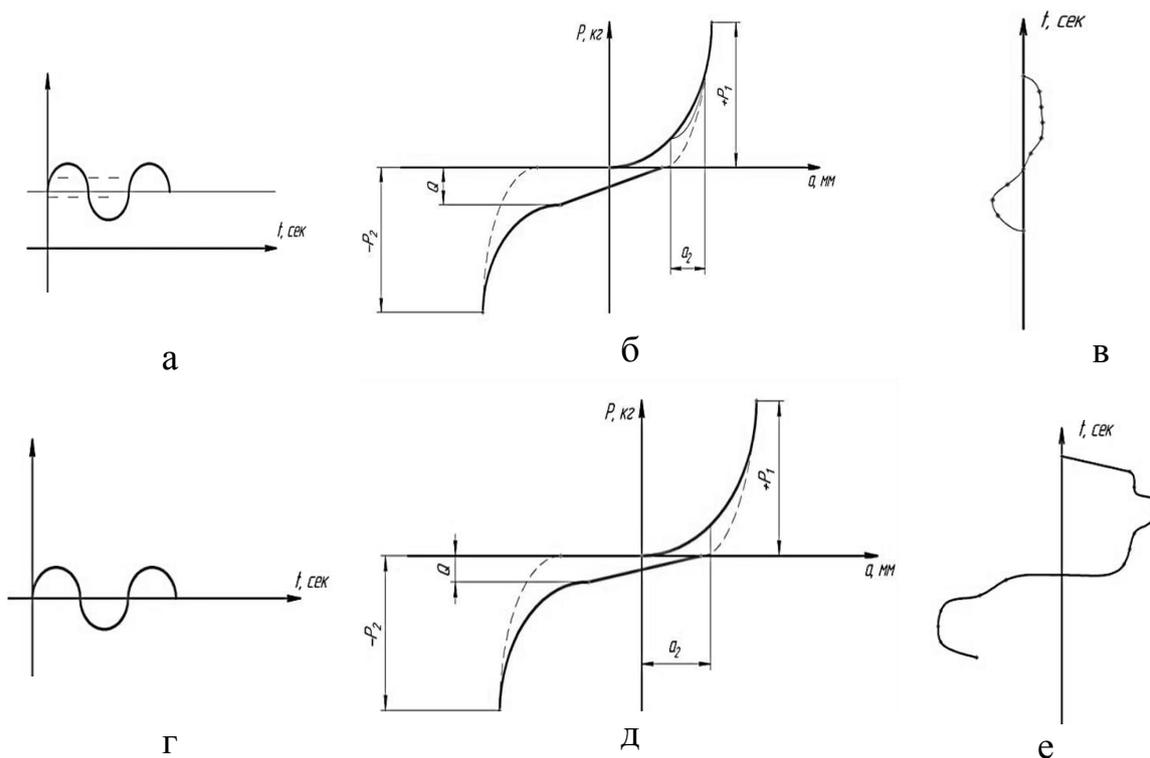


Рис.2 Форма виброперемещений при динамическом нагружении механического узла гармоническим законом: а) закон нагружения при наличии силы натяжения; б) картина вибрации в зоне «высокой» жесткости (при отсутствии люфта)

- в) амплитуда колебаний при наличии силы натяжения;
- г) закон нагружения без наличия силы натяжения
- д) картина вибрации в зоне «низкой» жесткости (при наличии люфта)
- е) амплитуда колебаний при наличии силы натяжения

Таким образом, для повышения жесткости подвижных элементов, например, винтового или реечного зубчатого зацепления, можно применить метод создания предварительного натяга. Обычно это осуществляется за счет подвеса груза, однако такое решение зачастую увеличивает динамические нагрузки в ТС за счет увеличения инерционности системы. Существуют решения для создания предварительного натяга при помощи пневмопружины, однако из-за ограниченности хода и невозможности оперативно изменять силовые характеристики таких пружин применение таких решений отчасти нивелируется.

Из анализа приведенной зависимости можно сделать вывод, что в зоне «высокой» жесткости, возникающие деформации, имеют меньшую амплитуду и ближе к гармоническому сигналу, по сравнению с деформациями при наличии люфта при работе системы в зоне «малой» жесткости [6].

Разрабатываемый пневматический гаситель (рис. 3) призван устранить указанные недостатки при простом конструктивном исполнении и надежности работы. В результате планируется достижение повышения жесткости и снижения вибрации.

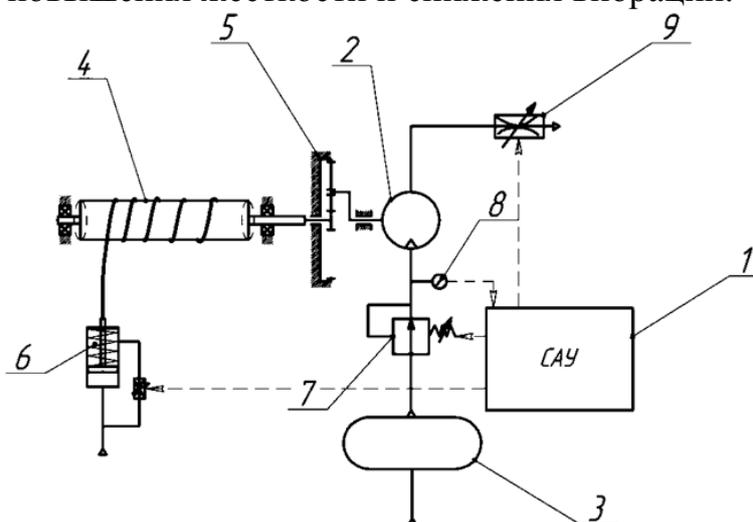


Рис. 3. Принципиальная схема пневматического гасителя:

- 1 – система автоматического управления; 2 – пневматический мотор;
- 3 – ресивер; 4 – барабан; 5 – планетарный редуктор; 6 – демпфирующее устройство, состоящее из пневмоцилиндра и дросселя; 7 – редукционный клапан; 8 – манометр; 9 – дроссель

Устройство для создания предварительного натяга ходового винта заключается в следующем. По пневматической линии воздух под требуемым давлением поступает к ресиверу 3. Через редукционный клапан 7 воздух поступает на пневмомотор 2 и через дроссель 9 сбрасывается в атмосферу. Дроссель 9 служит для управления режима работы пневмомотора 2, создавая крутящий момент, передающийся на барабан 4. При наматывании на барабан 4 канат натягивается и вытягивает шток демпфирующего устройства 6. Демпфирующее устройство 6 связано с исполнительным органом технологического оборудования, в котором необходимо снизить люфт.

Дифференциальное уравнение, описывающее работу пневматического гасителя, имеет вид:

$$m\ddot{x} + \alpha\dot{x} + Cx = F_t,$$

где закон изменения F_t принимает значения от

$$F_t = \begin{cases} F_a \sin \omega t, & \text{в зоне малой жесткости} \\ F_H + F_a \sin \omega t, & \text{в зоне высокой жесткости} \end{cases}.$$

Данная математическая модель позволит провести теоретические исследования работы пневматического гасителя колебаний.

Список информационных источников

1. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б. Метод оперативной диагностики металлорежущего станка для обработки заготовок типа тел вращения // Контроль. Диагностика. – 2013. – №9 – С. 81-84.
2. Конструктивные методы повышения виброустойчивости металлорежущего оборудования. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б., Черкасов А.И. Контроль. Диагностика. 2013. № 13. С. 82-87.
3. Метод снижения уровня вибраций при механической обработке Гаврилин А.Н. Контроль. Диагностика. 2013. № 11. С. 23-26.
4. Gavrilin, A., Moyzes, B., Zharkevich, O. Constructive and processing methods of reducing vibration level of the metalworking machinery elements. Journal of Vibroengineering, 17 (7), pp. 3495-3504.
5. Болдин Л.А. Металлорежущие станки. Вопросы эксплуатации. – М.: МАШГИЗ – 1957. – 260 с.

6. Пат. РФ 2106551, МКП F16F15/03. Магнитореологический виброгаситель / Кудряков Ю.Б., Крылов Н.И., Шурыгин М.Н., Щелыкалов Ю.Я. – Опубл. 10.03.1998. – 3 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Хабаров А.Н.

Юргинский технологический институт

Томского политехнического университета, г. Юрга

*Научный руководитель: Федосеев С.Н., ассистент кафедры
металлургии черных металлов*

Нанотехнологии представляют собой огромные выгодные условия для их внедрения в производство автомобилей. Можно сказать, что буквально каждый узел, каждая деталь могут быть в значительной степени улучшены.

На данный момент изобретены легко очищающиеся и водоотталкивающие покрытия для материалов, которые в свою основу включают использование диоксида кремния (SiO_2).

Когда это вещество представлено в форме наночастиц это оно получает новые свойства, а именно, высокую поверхностную энергию, которая помогает частицам диоксида кремния при высушивании коллоидного раствора плотно соединяться с разными поверхностями, а именно к похожему по своему составу стеклу, и этим образуя, сплошной слой наноразмерных выступов. Поверхность становится гидрофобной.

Толщина таких покрытий наноразмерно, поэтому они абсолютно невидимы, и из-за их биоинертности кремнезема безопасны для здоровья человека и экологии. Они устойчивы к ультрафиолету и выдерживают температуры до $400\text{ }^\circ\text{C}$, а действие эффекта этого покрытия держится около четырех месяцев.

Технология самоочищающихся поверхностей основывается на применении диоксида титана (TiO_2). Когда ультрафиолетовое излучение попадает на нанопокрывтие из диоксида титана осуществляется фотокаталитическая реакция. Во время этой реакции испускаются частицы, которые отрицательно заряжены - электроны, и вместо них остаются заряженные ионы. Из-за сочетания плюсов и минусов на поверхности, покрытой катализатором, молекулы воды,

которые содержатся в воздухе перевоплощаются в сильные окислители - радикалы гидроокиси. Именно они окисляют и удаляют грязь, а также локализуют неприятные ароматы и убивают микроорганизмы.

Кроме составов о которых упоминалось выше так же существуют вещества с таким же действием для металла, тканей, керамики, пластика - и всех их можно применять в машиностроении и в частности в автомобилестроении. Еще разработаны самоочищающиеся покрытия в основу которых заложены нанопорошки, прозрачные лаки, изготовленные при использовании нанотехнологий. Современные лакокрасочные покрытия защищают кузов от царапин в 3 раза эффективнее, чем обычный лак.

На данный момент используя нанотехнологические подходы уже производят высокоэффективные антифрикционные и противоизносные покрытия в машиностроении. Их состав предназначается для обработки механических деталей, испытывающих трение а именно трансмиссия, двигателя.

Используя состав создается модифицированный высокоуглеродистый железосиликатный защитный слой (МВЗС) толщиной 0,1-1,5 мм в местах наиболее высокого трения поверхностей из металла, создавая возможности избирательной компенсации изнашивания мест трения и контакта деталей благодаря образованию на этих местах нового поверхностного модифицированного слоя. Его применение дает возможность делать ресурс работы деталей и узлов больше в 2-3 раза; на 70-80% уменьшает токсичность выхлопов автомобилей без использования других мер.

В космической промышленности нашли большое применение наноструктурированные аэрогели. Кремниевый аэрогель считается лучшим в мире твердым теплоизолятором. Он имеет огромный интерес для промышленности, так как имеет высокую термическую изоляцию - до 800°C (2,5-сантиметровый лист такого геля может защитить руку человека от огня паяльной лампы) и акустическую изоляцию - скорость звука которая проходит через этот гель составляет лишь 100 м/сек. Усовершенствование нанотехнологии сможет уменьшить себестоимость производства аэрогелей и сможет сделать этот вид материалов доступнее при применении в других отраслях промышленности, в том числе машиностроительной.

Огромные надежды имеют место в усовершенствовании электронных компонентов машин: с помощью нанотехнологий позволяют объединять в одной микросхеме элементы, которые

обеспечивают как механическое перемещение физических частей, так и электронов в электрической схеме.

Вращающиеся акселерометры применяют для увеличения возможностей антиблокировочных систем машин. Кроме этого, в машинах они применяются в датчиках поперечных и продольных ускорений, датчиков температуры, давления.

Благодаря эволюции осуществляется уменьшение до нано размеров механических компонентов систем, уменьшается их масса, при этом становится больше их резонансная частота и становятся меньше константы взаимодействия, что отражается на значительном повышении функциональности данных устройств. Точность измерения перемещения у лучших образцов составляет 10 нанометров.

Кроме этого большие надежда подают углеродные нанотрубки, у которых имеются широкие уникальные свойства, делающие их очень перспективными для машиностроения.

Углеродные нанотрубки нашли применение в конструкциях современных машин. К примеру, пластиковые бамперы и дверные панели автомобилей.

Возможности нанотехнологий поражают воображение, мощь – вселяет страх. Видимо будущее развитие технологии будет основываться на балансе между созиданием и разрушением. Нанотехнология в корне изменит нашу жизнь. Появятся новые возможности, идеи, вопросы и ответы.

Список информационных источников

1. Drexler K. Eric; «Engines of Creation. The Coming Era of Nanotechnology»; AnchorBook1986;
<http://www.foresight.org/EOC/index.html>
2. Drexler K. Eric; «Nanosystems»; Wiley Interscience; 1992;
<http://nano.xerox.com/nanotech/nanosystems.html>
3. Drexler K. Eric, Peterson Chris, and Pergamit Gayle; «Unbounding the Future:
5. Пётр Лускинович; «Нанотехнология»; Журнал «Компьютера»
<http://www.computerra.ru/offline/1997/218/828/>

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО ДОПЛЕРОВСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ СКОРОСТИ

Цзя Чэнь

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Редько В.В., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

В процессе современного производства, которое связано с изготовлением кабелей, металлопроката и т.п. существует потребность в точном измерении длины и скорости изготавливаемых изделий.

Одним из самых точных устройств для измерения скорости и длины в производстве в настоящее время является лазерный доплеровский измеритель скорости (ЛДИС), основанный на эффект Доплера. С семидесятых годов начались разработки ЛДИС из-за большой потребности в точном измерении скорости электрических проводников, кабелей и т.д. Эти приборы имеют много преимуществ, таких как бесконтактное измерение, высокое разрешение и широкий диапазон измерения скорости. В связи с их использованием для измерения скорости потока жидкости и газа, проблема с контролем транспортировки изготавливаемых горячих металлопроката решена. В настоящее время ЛДИС имеет широкие перспективы рынка в промышленных областях и играет важную роль в области научных исследований. Сейчас ЛДИС широко применяется в ограничении скорости на автодорогах, в производстве строительных материалов пластик, в кабельной промышленности, так же в исследовании планет. Современные ЛДИС представляют собой сложные оптико-электронные измерительные комплексы и системы, сочетающие в себе передовые технические решения[1].

В данной статье рассматривается развитие и состояние лазерного доплеровского измерителя скорости, объясняется принцип лазерной доплеровской измерителя скорости, а затем сравниваются преимущества и недостатки нескольких оптических схем и конструкций доплеровского измерителя.

Целью работы являются исследование лазерного доплеровского измерителя скорости (ЛДИС) анализ и выбор оптических элементов.

Задачи представляют собой следующие:

- 1.изучение принципа действия ЛДИС;
- 2.анализ оптических схем ЛДИС и выбор оптических элементов;

3. формулирование предложений по измерению скорости объектов с низкой отражающей способностью.

В зависимости от вида преобразователя, устанавливаемого на линии движения, измерители скорости можно разбить на два больших класса: электромеханические измерители и бесконтактные. Кроме того, к бесконтактным измерителям длины относятся приборы с магнитными метками, а также приборы, основанные на эффекте Доплера.

Таблица.1 Параметры разных измерителей скорости[2,3]

	механический метод	метод магнитных меток	Корреляционный метод	лазерный метод
диаметр кабеля	0.5...90мм	до 10 мм	5...180 мм	—
погрешность	3%	1%	0.05%	0,05 %
диапазон скоростей	600м/мин	600 м/мин	500 м/мин	2,500 м/мин
расстояние до объекта	0 мм	до 20 мм.	—	до 1000 мм

Исходя из данной таблицы.1 можно сделать вывод, что ЛДИС имеет преимущества над механическими. Они заключаются в меньшей погрешности измерения, отсутствии контакта с изделием, дистанционным измерении.

Над эффектом Доплера [3] понимается то, что частота света могут существенно изменяться при движении источника света и приемника. Когда приемник движется к источнику со скоростью v_n , скорость распространения света относительно приемника превращается в $(v + v_n)$, тогда

$$f_n = \frac{v+v_n}{v} = \left(1 + \frac{v_n}{v}\right) f_i \quad (1)$$

Когда источник движется к приемнику со скоростью v_i , скорость распространения света относительно источнику превращается в $(v + v_i)$, тогда

$$f_n = \frac{v}{v+v_i} f_i \quad (2)$$

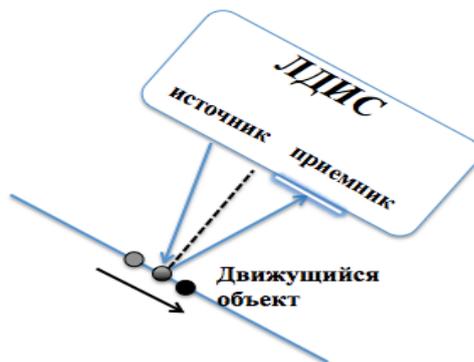


Рис.1. Принципиальная схема ЛДИС

На рис.1 представлен принципиальный ход света. При применении ЛДИС, лазер светит под углом к объекту измерения и отразится от него под углом. Принцип действия ЛДИС заключается в том, что при отражении света эффект Доплера проявляется дважды – при восприятии движущим источником и при восприятии приемником. Изменение частоты рассеивающего света после дважды действий доплеровского эффекта пропорционально скорости объекта исследования.

$$\Delta f = v/d = \frac{2v \times \sin \varphi/2}{\lambda} \quad (3)$$

где f – выходная частота лазерного датчика; V – скорость объекта; φ - угол между лазерными лучами; λ – длина волны лазера.

Лазерный измерительный измеритель состоит из оптической головки, включающей лазер, оптический гетеродинный преобразователь, приемопередающий блок оптики, в котором приемный детектор, предусилитель, фильтр высоких частот совмещены, так же блок обработки доплеровского сигнала.

Максимальный доплеровский сдвиг частоты (ДСЧ) не выше 10^9 Гц, поэтому невозможно измерить эту частоту обычными оптическими устройствами, которые применяются для измерения видимого света с частотой герц 10^{14} [4]. Для определения величины ДСЧ используем когерентно-оптический метода и построим гетеродинную модель.

Суть гетеродинной модели заключается в том, что на фотоприемник направляются одновременно информационного светового пучка с опорным пучком гетеродина, имеющим различную частоту.

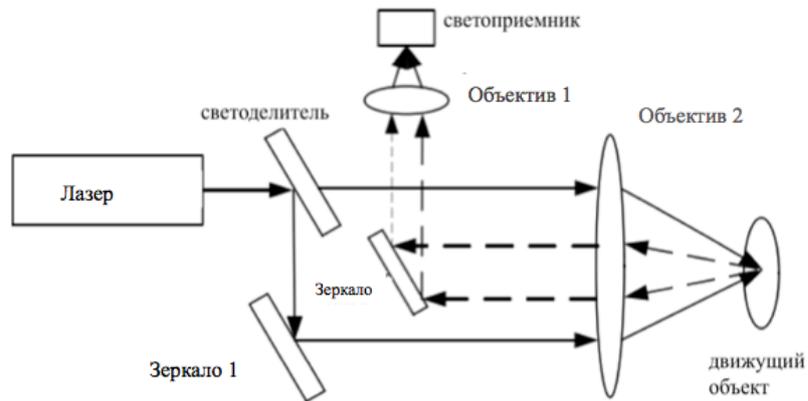


Рис.2. Гетеродинный мотель с двойными рассеивающими лазерными лучами [5]

На рисунке.2 представлен ход пучков в гетеродинной мотели. Лазер поступает на светоделитель, формирующий два луча. Один из них становится параллелен к другому после его отражение. Два луча фокусируются объективом 2 в область измерения. Рассеянное назад излучение собирается объективом и после отражения от зеркала направляется объективом 1 на светоприемник.

Одной из проблем лазерного доплеровского измерителя является сложность измерения скорости черного объекта в связи с тем, что он имеет низкий коэффициент отражения оптического сигнала и объекта с большой шероховатостью, на поверхности которого происходит диффузное отражение. Для того чтобы решить эти проблемы необходимо провести исследование зависимости коэффициента отражения от длины волны оптического излучения на различных поверхностях, исследование зависимости коэффициента отражения от мощности оптического излучения на различных поверхностях и разработать методы повышения чувствительности детекторов оптического сигнала.

Список информационных источников

1. Редько В.В., Федоров Е.М. Методы и средства контроля в кабельной промышленности. Сборник методических указаний по выполнению лабораторных работ по программе магистерской подготовки «Приборы и методы контроля качества и диагностики». Томск, ТПУ, 2007, 118с.

2. Прибор измерения скорости и длины Бесконтактный лазерный измеритель Polytec LSV-300 [Электронный ресурс]. URL: http://www.polytec.com/fileadmin/user_uploads/Products/Laser_Surface_Velocimeter/LSV-300/Documents/LM_BR_LSV-300_2008_06_PDF_RUS_01.pdf (дата обращения: 02.1.2016).

3. Цзя Ч. -. Лазерный доплеровский измеритель скорости // Приборостроение и информационные технологии: тезисы докладов VIII студенческой научно-практической конференции, посвященной дню образованию ОНИИП, Омск, 10-11 Декабря 2015. - Омск: ОНИИП, 2015 С.3437[332704-2016]

4. Тучина Когерентно-оптические методы в измерительной технике и биофотонике под ред. В.П. Рябухо и В.В. Саратов: Сателлит, 2009.127с

5. Землянский, Лазерный доплеровский измеритель скорости, Номер патента: 1099284

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТНОСТИ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ЯВЛЕНИЯ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Цыбенков Д-Ц.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Суржиков А. П., д.ф-м.н., заведующий кафедрой физических методов и прибора контроля качества

Настоящая работа посвящена существенному повышению чувствительности метода механоэлектрических преобразований путем разработки мультисенсорной системы контроля, которая позволит исследовать малые изменения дефектности и напряженно-деформированного состояния композиционных диэлектрических материалов под действием нагрузки одноосного сжатия.

Сущность метода МЭП заключается в следующем [1]. Производится импульсное механическое возбуждение диэлектрического образца, в результате чего в нем возникает акустическая волна, которая распространяется по образцу, отражаясь от его границ и претерпевая искажения, связанные с его внутренней дефектностью и неоднородностью, воздействует на источники МЭП.

На основе вышеизложенного был разработан лабораторный макет мультисенсорной системы контроля дефектности и напряженно-деформированного состояния на основе явления механоэлектрических преобразований.

Блок-схема мультисенсорной системы контроля показана на рис.1.

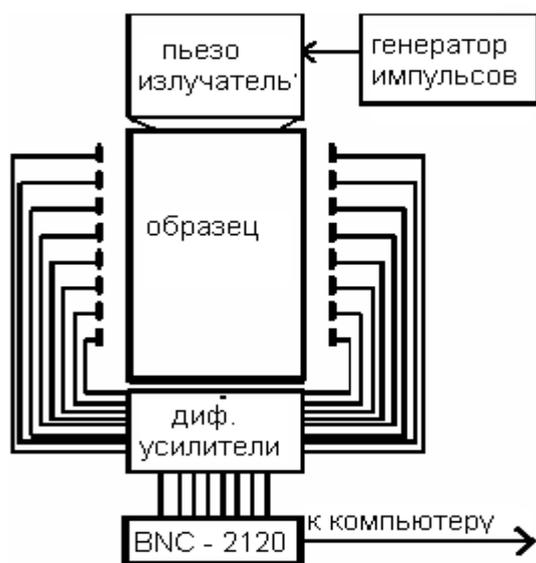


Рисунок 1. Блок-схема измерений.

Образец возбуждается заданным числом коротких акустических импульсов (ударов) определенной формы и амплитуды с помощью пьезоэлектрического преобразователя на основе ЦТС–19, возбуждаемого электрическим высокоточным генератором с регулируемой формой сигнала.

Отклик воспринимается системой емкостных дифференциальных датчиков. Каждый дифференциальный емкостный датчик состоит из 2-х приемных пластин измерительного тракта, состоящего из эмиттерных повторителей с высокоомным входом и малошумящего усилителя, сигнал с которого через блок коммутации BNC - 2120 поступает на многофункциональную плату сбора данных PCI – 6251 компьютера, в котором формируется база данных для дальнейшей обработки.

Важным является вопрос выбора участков временной реализации, на которых изменение мгновенная фаза (МФ) с изменением дефектности и НДС образца проявляется наилучшим образом. Рассмотрим, как изменяются с нагрузкой мгновенная фаза (МФ) и мгновенная частота (МЧ) в различных временных областях отклика.

На рис. 2 отображены семейства мгновенная амплитуда (МА) аналитического сигнала при разных нагрузках на образец. Нижний график соответствует начальной нагрузке; расстояние между графиками пропорционально значению соответствующей ступеньки нагрузки.

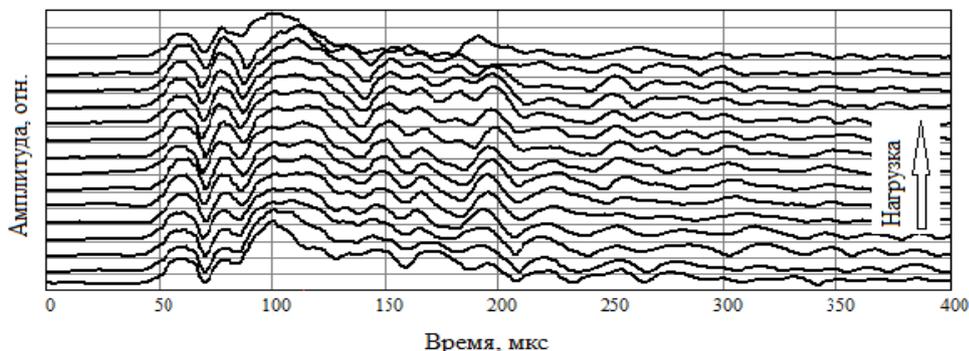


Рисунок 2. Амплитудно-временные характеристики аналитических сигналов от нагрузок на образец.

Из рисунка видно, что есть временные зоны, при которых МА изменяются на удалении от нулевой оси, а есть зоны, в которых перегибы кривых МА происходят в непосредственной близости от нулевого уровня. Для оценки информативности таких зон построим фазовые портреты аналитических сигналов в соответствующих временных интервалах.

На рис.3. показаны фазовые портреты аналитических сигналов откликов при начальной нагрузке 1.2 МПа и следующей нагрузке 4.3 МПа. Отклики при смежных нагрузках выбраны для того, чтобы определить временные зоны, при которых проявляются даже малые изменения МФ и МА.

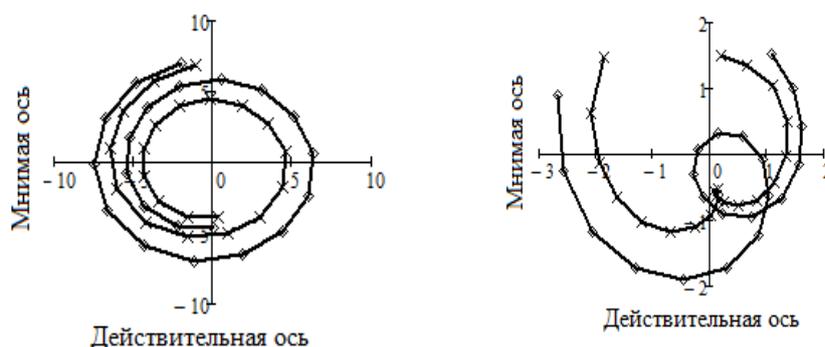


Рисунок 3. Фазовые плоскости аналитических сигналов при нагрузках 1.2 МПа (помечены \times) и 4.3 МПа (помечены \diamond) во временных интервалах (104 – 124) мкс (слева) и (198 - 218) мкс (справа)

На левом рисунке фазовые портреты при двух нагрузок построены для интервала времени (104 – 124) мкс и представляют собой кривые типа спирали, мало отличаются друг от друга. Фазовые портреты правого рисунка качественно различны, что говорит в пользу использования для анализа фазовых характеристик в тех временных областях аналитического сигнала, в которых происходит перегиб функций при малых уровнях мгновенной амплитуды. Это накладывает необходимость в каждом случае проверять статистическую надежность различий соответствующих характеристик при сравнительном анализе.

Далее производилась оценка изменений во временных реализациях откликах при различных нагрузках на образец относительно отклика при начальной нагрузке разностным методом.

На рис. 4 показаны снизу вверх разности откликов во времени одного из датчиков при давлениях 4, 13, 34, 60 МПа соответственно и начальном давлении 1,3 МПа.

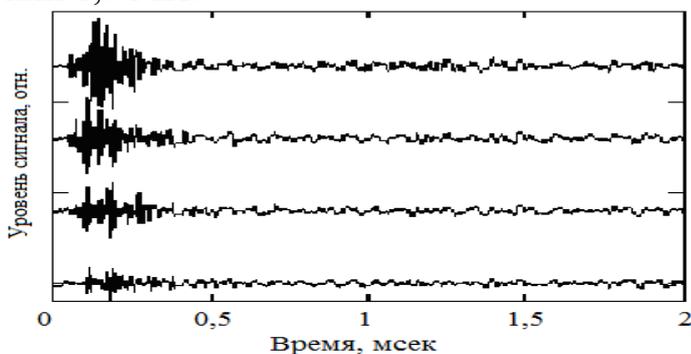


Рисунок 4. Разности откликов при давлениях на образец 4, 13, 34, 60 МПа и начальном давлении 1,3 МПа

Как видно из рисунка 4, по мере нарастания нагрузки на образец разностный сигнал возрастает не только на участке большого уровня отклика (в интервале времени от 50 до 500 мкс), но также и в области малых его значений.

Причинами изменения МФ и МЧ являются перераспределения дефектов в образце под нагрузкой и неоднородности НДС по объему образца. Анализ фазовых характеристик аналитических сигналов откликов, показал их высокую чувствительность к степени НДС образца и, следовательно, возможность их использования для контроля дефектности и напряженно-деформированного состояния материала.

В целом, результаты проведенных исследований показали высокую чувствительность аппаратуры мультисенсорного контроля к

изменению степени НДС и перспективности предложенного подхода для исследования структурных изменений в конструкциях, находящихся под нагрузкой.

Список информационных источников

1. Суржиков А.П., Фурса Т.В., Хорсов Н.Н. Математическая модель электрического отклика на акустическое возбуждение композиционных материалов // Известия Томского Политехнического Университета, 2005. -т. 308 -№ 7 -с. 6-9.

2. Хорсов Н.Н. Математическая модель регистрации отклика при акустоэлектрическом преобразовании в образце с включением в виде двойного электрического слоя при точечном ударном возбуждении // Известия вузов. Физика, 2007. -т. 50 -№ 2 -с. 69-77.

3. Фурса Т.Н., Люкшин Б.А., Уцын Г.Е. Математическая модель электрического отклика на упругое ударное возбуждение гетерогенных диэлектрических материалов, содержащих пьезоэлектрические включения // Известия высших учебных заведений. Физика. 2011. Т. 54. № 10 (2). С. 192-197.

УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Чекарова С.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Плотникова И.В., к.т.н., доцент
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Управление изменениями является одним из ключевых факторов успешного внедрения системы менеджмента качества и развития организации в целом. На начальных этапах изменения могут быть малозаметными и несущественными, но по ходу развития производства и организации их объем и количество будут возрастать, и вовлекать в процесс изменений все большее число людей и ресурсов организации. Управление изменениями позволит контролировать процесс развития организации и корректировать ход проекта по внедрению СМК.

Предметом исследования выступает регламентация процесса «Управления изменениями в процессе производства продукции», проводимых на предприятии АО «Улан-Удэнский авиационный завод». В настоящее время основной целью завода является серийное

производство вертолетов среднего класса, поставка запчастей, комплектующих, наземного оборудования [1].

Управление изменениями — это структурный подход к переводу индивидов, команд и организаций из текущего состояния в желаемое будущее состояние [2].

Еще существует другое пояснение термина: Управление изменениями — это управление перехода организации, как системы, из одного устойчивого состояния в другое.[3].

Согласно новому стандарту ГОСТ Р ИСО 9001-2015 было принято решение о создании регламента на процесс «Управление изменениями в производстве продукции». Настоящий регламент процесса разработан в соответствии с требованиями раздела 8.5.6 национального стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015, является внутренним нормативным документом завода АО «Улан-Удэ авиационный завод» и регламентирует процесс управления изменениями в процессе производства продукции.

Пробная версия документированной процедуры «Управление изменениями в производстве продукции» включает в себя:

1. Область применения
 - 1.1 Настоящий регламент процесса разработан
 - 1.2 Регламент процесса распространяется
2. Нормативные ссылки
3. Термины и сокращения
 - 3.1 Термины
 - 3.2 Сокращения
4. Управление процессом
 - 4.1 Владелец процесса
 - 4.2 Исполнители процесса
 - 4.3 Ответственность владельца процесса
 - 4.4 Основные сведения по процессу
5. Выполнение процесса
 - 5.1 Схема и описание процесса «Управления изменениями в процессе производства продукции»
 - 5.2 Матрица ответственности
 - 5.3 Показатели процесса
6. Документирование и архивирование
 - 6.1 Документирование процесса
 - 6.2 Архивирование документов
7. Порядок внесения изменений

Приложение А. Журнал анализа изменений
 Приложение Б. Лист ознакомления сотрудников
 Приложение В. Журнал рекомендаций по дальнейшим действиям
 для управления изменениями в производстве продукции
 Ниже приведена таблица из 4.4 Основные сведения по процессу.

Таблица 3 – Основные сведения по процессу

Наименование	Процесс управление изменениями в процессе производства продукции
Владелец процесса	Начальник производственного цеха
Вид процесса	Обеспечивающий
Пункт ГОСТ ISO 9001-2015	П.8.5.6 «Управление изменениями»
Ресурсы	<ul style="list-style-type: none"> • нормативные документы; • персонал; • инфраструктура.
Входы процесса	<ul style="list-style-type: none"> • сбор и анализ информации в процессе производстве продукции; • технологическая документация.
Выходы процесса	<ul style="list-style-type: none"> • записи в журнале анализа изменений в процессе производстве продукции; • предоставление отчета высшему руководству; • записи в журнале рекомендаций по дальнейшим действиям для управления изменениями в процессе производства продукции; • актуализация технологической документации.
Описание процесса	В данном документе
Критерии оценки процесса	<ul style="list-style-type: none"> • своевременное реагирование на изменения; • оценка риска не реагирования и управления изменениями; • отсутствие зарегистрированной информации, описывающая результаты анализа изменений.
Методы измерения	<ul style="list-style-type: none"> • анализ документации СМК; • анализ записей.

Выполнение процесса должно обеспечить соответствие нормативной и технологической документации на заводе АО «Улан-Удэ авиационный завод». Анализ изменений в производстве продукции осуществляется на основании изменения технологической документации или инфраструктуры организации. На основе разработанных критериев оценки процесса ведутся записи результатов анализа изменений.

Контекстная диаграмма процесса «Управления изменениями в процессе производства продукции» представлена на рис.1, диаграмма декомпозиции – рис.2.



Рисунок 1 - Схема процесса «Управления изменениями в процессе производства продукции»

Подводя итоги можно сказать о том, что управление изменениями становится технологией повседневного применения. Высшее руководство должно уделять должное значение изменениям даже пусть и незначительным, для этого лучше всего в организации ввести должность специалиста по управлению изменениями. Выработав эффективную технологию управления изменениями, органично вписывающуюся в корпоративную культуру компании, можно получить конкурентное преимущество, столь необходимое сегодня.

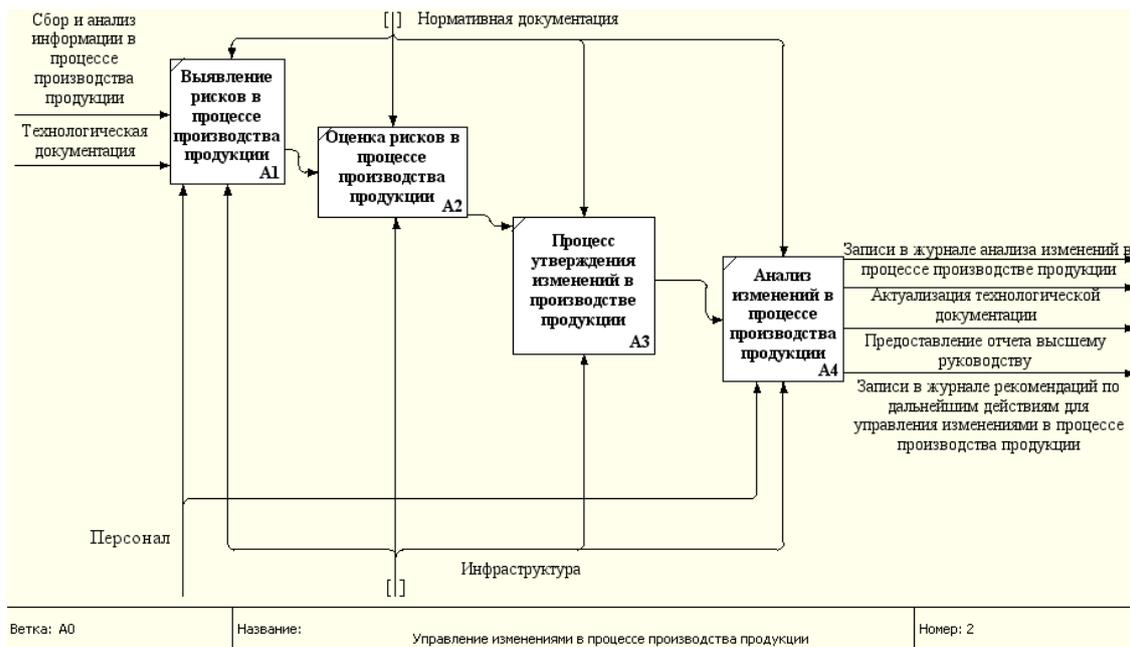


Рисунок 2 - Диаграмма декомпозиции процесса «Управления изменениями в процессе производства продукции»

Список информационных источников:

- 1.«Улан-Удэнский авиационный завод». – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.russianhelicopters.aero/ru/uuaz/>
- 2.Управление изменениями. Принятие решений. – М.: ИКАР, 2012. – 120 с.
- 3.Управление изменениями. – М.: Высшая школа менеджмента, 2010. – 520 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА БИНАРНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

Чесноков Д.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Калиниченко Н.П., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

Введение

В настоящее время автоматизация производственных процессов является неотъемлемой частью в полноценно функционирующих

промышленных системах. Актуальность автоматизации процессов с каждым годом всё возрастает, поскольку она позволяет в значительной степени ускорить не только процесс производства продукции, но и повлиять на процессы её стандартизации и сертификации, обойти стороной которые не представляется возможным в условиях современного конкурентного рынка.

С увеличением темпов производства, возрастает и спрос на контроль промышленных объектов в целом и опасных производственных объектов в частности. Контроль качества опасных производственных объектов является ответственной задачей, решение которой на современном этапе развития техники и технологий обеспечивают неразрушающие методы контроля.

Ежегодно специалистам неразрушающего контроля приходится сталкиваться с колоссальными объемами однообразной и монотонной работы, и именно автоматизация некоторых технологических стадий контроля позволила бы не только облегчить и ускорить процесс контроля, но и привести его результаты к некоторому унифицированному виду.

Алгоритмы автоматической цифровой обработки и анализа изображений могут применяться в различных областях неразрушающего контроля: в визуально-измерительном, капиллярном, магнито-порошковом и цифровом радиографическом.

Несомненным плюсом данных алгоритмов является так же возможность хранения полученных результатов в цифровом виде.

Далее, рассмотрим технологический процесс получения цифровых изображений в капиллярной дефектоскопии и алгоритмы их обработки.

Схема получения цифровых изображений

Последовательная схема получения цифровых изображений в капиллярной дефектоскопии представлена на рисунке 1. Рассмотрим подробнее элементы, входящие в её состав.

Перед началом цикла работ, поверхность объекта контроля должна быть очищена от всевозможных загрязняющих веществ при помощи специализированных средств, описанных в п. 4.3 [1] (ручные аэрозольные баллоны, автоматизированные ультразвуковые ванны и т.д.). Непосредственно капиллярный контроль включает в себя стадии, описанные в п. 4.4-4.6 [1]. Результатом проведения капиллярного контроля является наличие или отсутствие индикаторного следа,

который указывает на координаты поверхностных дефектов объекта контроля.

В процессе получения цифрового фотоизображения капиллярного следа необходимо обеспечить такие параметры как равномерная освещенность поверхности объекта контроля и оптическая фокусировка линз регистрирующих средств (в текущем эксперименте – цифровой фотокамеры). Наличие освещенности и возможности фокусировки является необходимым элементом в системе, поскольку это напрямую связано с качеством получаемых цифровых изображений. Например, отсутствие должной освещенности объекта контроля напрямую связано с соотношением сигнал/шум, а отсутствие должной фокусировки приводит к возникновению геометрической нерезкости и, как следствие, к возникновению погрешностей в последующей цифровой обработке.

Для последующей обработки, изображения необходимо сохранить на информационный носитель (если система не является полностью автоматизированной).

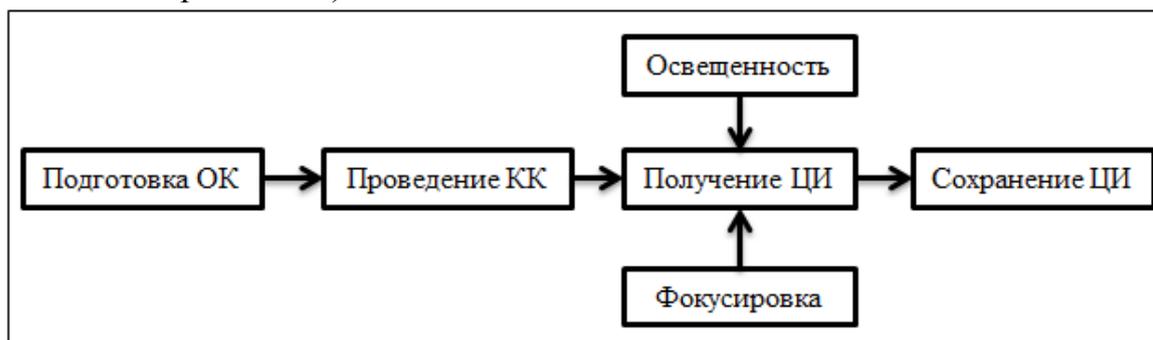


Рисунок 1 – Схема получения цифровых изображений (ОК – объект контроля; КК – капиллярный контроль; ЦИ – цифровое изображение)

Схема получения бинарного изображения

Бинарное изображение (двухуровневое, двоичное) представляет собой разновидность цифровых растровых изображений, когда каждый пиксель может быть представлен только одним из двух цветов, характеризующих собой логический ноль или логическую единицу. Бинарное изображение так же называют Битмап (от англ. Bitmap). Особенностью бинарных изображений является простота их кодировки, вследствие чего процесс цифровой обработки в значительной степени упрощается.

На рисунке 2 представлен разработанный в ходе выполнения эксперимента вариант схемы получения бинарного изображения. Рассмотрим подробнее этапы, входящие в состав схемы.

На подготовительном этапе, цифровое изображение, полученное ранее, загружается в программную среду (MathCAD, MATLAB, C++), затем первым делом из общего изображения выделяются фрагменты с полученными ранее индикаторными следами (если программа не выявляет на снимке капиллярных следов, изображению присваивается статус «отсутствие дефектов»).

Выделение цветовых составляющих RGB является базовой операцией, поскольку в основу алгоритма положен анализ соотношения и отклонения друг от друга различных цветовых составляющих снимка.

На следующем этапе производится последовательная оценка контрастности каждого выявленного индикаторного следа, что является необходимым как при построении битмапа, так и для дальнейшей оценки параметров дефекта (формы, площади и протяженности). Оценка контрастности индикаторного следа является так же важным параметром в процессе сравнения дефектоскопических наборов или проверки качества тест-панелей и тестовых образцов капиллярной дефектоскопии.

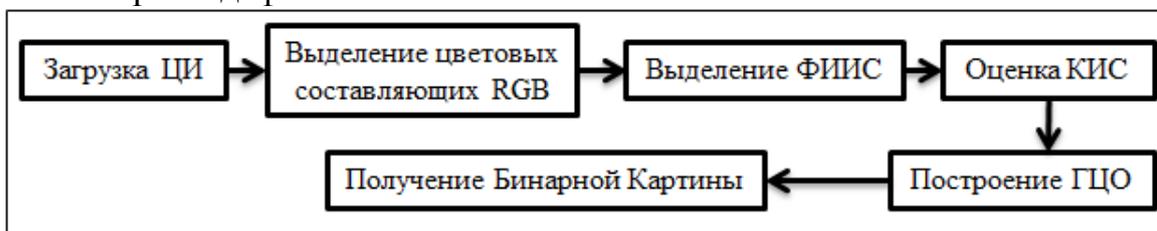


Рисунок 2 – Схема получения бинарного изображения индикаторного следа (ЦИ – цифровое изображение; ФИИС – фрагмент изображения индикаторного следа; КИС – контрастность индикаторного следа; ГЦО – график цветных отклонений)

Следующий этап включает в себя построение графика цветных отклонений, который представляет собой величину отклонения (%) яркости R-составляющей относительно среднецветовой яркости в зависимости от координаты пикселя. Трёхмерное изображение графика цветных отклонений представлено на рисунке 3.

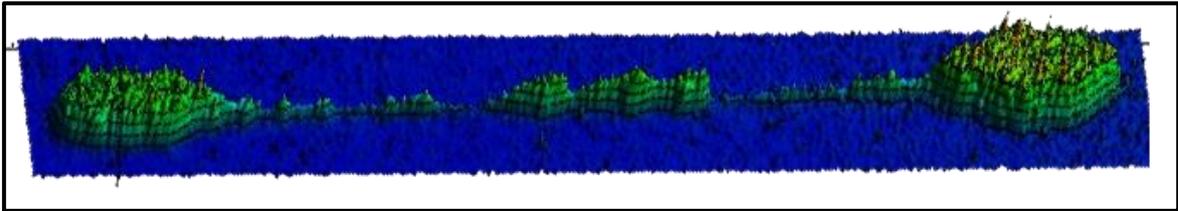


Рисунок 3 – Трёхмерный график цветовых отклонений

На финальном этапе матрица значений цветовых отклонений преобразуется в бинарную картину посредством программного логического сравнения каждого пикселя с ранее определенным уровнем контраста. Если визуализировать полученный результат и присвоить чёрному цвету логическую единицу, а белому – логический ноль, получится изображение, представленное на рисунке 4б. Исходный снимок, представлен на рисунке 4а для визуального сравнения.

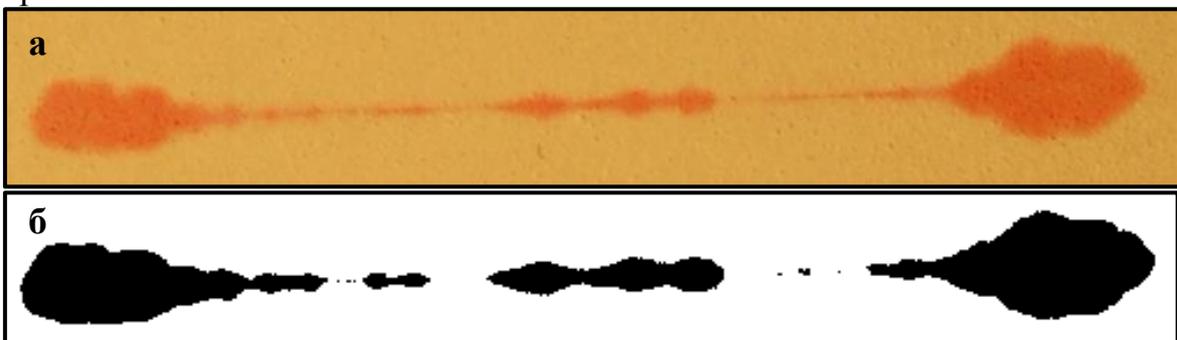


Рисунок 4 – Изображение индикаторного следа и его бинарная картина

Полученное в ходе эксперимента бинарное преобразование цветного цифрового изображения является основой для дальнейшего программного анализа индикаторных следов, определения площади, протяженности и вида поверхностного дефекта.

Список информационных источников

1. ГОСТ 18442-80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.

ТЕОРИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ: ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ

Чечет Д.М.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Плотникова И.В., к.т.н., доцент
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Предприятия уделяют все большее внимание к лучшим мировым практикам в области производственного менеджмента и ищут источники организации наиболее эффективных производственных систем.

Одной из таких практик является Теория ограничений. На сегодняшний день Теория ограничений широко применяется на предприятиях практически всех передовых стран мира.

Теория ограничений преследуют одну цель – повысить эффективность и снизить затраты, при этом рассматривая поток как объект для улучшений.

Мы живем в эпоху конкуренции и борьбы, где каждый хочет быть в центре внимания, но чтобы добиться этого внимания необходимо мыслить рационально, именно это поможет достичь Теория ограничений.

Теория ограничений (далее Theory of Constraints, TOC) – это методология управления, разработанная в 1980-е годы Элияху Голдраттом, согласно которой, ни одна производственная система не может работать быстрее самой медленной своей составляющей. Иными словами, производственный участок, работающий с минимальной скоростью, или наименее производительный рабочий пост задают темп всему производственному процессу, являясь для него «ограничением».

Подход теории ограничений основан на том, чтобы выявлять это ограничение и управлять им для увеличения скорости генерации прибыли. Методологически теория ограничений включает в себя ряд логических инструментов, позволяющих найти ограничение, выявить стоящее за ним управленческое противоречие, находить решение и внедрять его с учетом интересов всех заинтересованных сторон. Нацеленность на конечный финансовый результат позволяет добиваться быстрых результатов для бизнеса (2-3 месяца), нацеленность на взаимовыгодные решения позволяет повышать уровень взаимодействия и мотивацию персонала. Теория применяется в управлении производством, в управлении проектами (разработка

новой продукции, строительство), управлении закупками и сбытом товара.

Пошаговое внедрение управления системой через ограничения

Элияху Голдратт сформулировал пять направляющих шагов Теории ограничений, которые делают реорганизацию системы быстрой и эффективной: [2]

Шаг 1. Поиск ограничений системы.

Как правило, труднее всего начать и найти одно основное ограничение или их группу, более всего влияющее на процесс.

Шаг 2. Принятие решений о способах максимизации использования ограничений системы.

После завершения поиска необходимо определить, как получить максимальный эффект от использования этого ограничения. Самое простое — тем или иным способом повысить производительность «узкого места».

Шаг 3. Подчинение «неограниченных» элементов системы принятым решениям.

На третьем этапе нужно посмотреть, как начнет работать обновленная система и согласовать действия всех элементов с предложенной стратегией.

Эти шаги позволяют контролировать систему и повышать ее предсказуемость и надежность. Применение этих трех шагов уже на начальном этапе внедрения Теории ограничения позволяют устранить значительное количество потерь в работе.

Важно то, что система находится в стабильном состоянии, что позволяет сфокусировать научные разработки для дальнейшего роста и максимизации прибыли. Именно для этого и следует использовать следующие шаги:

Шаг 4. Расширение ограничений системы за счет «снятия напряжения», которое этими ограничениями вызвано. Это достигается через рост производственной мощности (в случае если она ограничена), приобретение дополнительных заказов (если объем рынка ограничен) и снижение затрат времени на выполнение заказов.

Шаг 5. При устранении ограничений необходимо вернуться к шагу 1 и дальше искать ограничения. Важно, чтобы после четырех первых шагов не наступило инерционное состояние успокоения.

Переход от ограничения к ограничению может привести к нестабильности организации. Требуемый подчинения всех элементов системы, шаг 3 выстраивает поведение всей системы таким образом,

чтобы поддержать планы и решения по максимуму. Именно в рамках этого шага формулируются правила и процедуры поведения, а также и механизмы ежедневного управления.

При этом изменения в уровне ограничения повлияют на эти механизмы, правила и процедуры. Поэтому рекомендовано выявить стратегическое ограничение и определенным образом наладить работу всей системы. Это даст возможность сфокусировать внимание менеджмента на одном и том же ограничении, что позволит обеспечить достижения результатов.

Все ограничения должны быть выявлены, и производительность соответствующих операций доведена до такого уровня, при котором поддерживается требуемая производительность ограничивающей процесс операции.

Пять направляющих шагов Элияху Голдратта напрямую связаны с тремя вопросами о преобразованиях (что изменять, на что изменять, как осуществить перемены). Чтобы понять, что именно менять, мы делаем шаг 1- ищем ограничение системы. Чтобы выяснить, на что изменять, мы решаем, как ослабить ограничение и вносим изменения в работу системы - шаги 2 и 3. Если шагов 2 и 3 недостаточно для устранения ограничения, то полностью снимаем ограничение - шаг 4. На шаге 3 и 4 мы также конкретизируем, «как осуществить перемены»

Теория ограничений для управления потоком на производстве.

Данная технология является управленческим подходом, обеспечивающим ускорение создания ценностей. В отличие от системы бережливого производства, которая на основании времени такта направлена на синхронизацию потока, в теории Голдрата синхронизация осуществляется на основании фокусировки внимания на факторе, ограничивающем поток (корневая проблема). Причём решается, как с максимальной пользой использовать ограничение и подчинить все остальное данному варианту решения.

Методика для нахождения решений:

Сила этой теории заключается в логических мыслительных инструментах, которые позволяют эффективно обнаруживать корневые проблемы, находить простые и практичные решения, и обеспечивать мотивацию, вовлеченность и сотрудничество всего персонала. Благодаря универсальности системы, данные инструменты используются успешно в различных областях бизнеса.

Внутри любой организации работает принцип гармонии, исходя из которого, все решения нужно принимать на основе главной цели

компании, а также на основании интересов сотрудников – этому учит теория ограничений. Работники будут поддерживать любые изменения, если они согласны в отношении главной проблемы, а также с тем, что конкретное решение выполнимо, оно приведёт к повышению показателя результативности, и не будет создавать отрицательные последствия. Изменения будут проходить легко, без сопротивления со стороны коллектива, на основе увеличения сотрудничества и мотивации.

Заключение

Главное, на мой взгляд, что дает теория ограничений – это понимание того, что все явления имеют одну первопричину. И изменяя или устраняя негативную причину, можно влиять на все события нужным образом: хорошие усиливать, негативные ослабевать или убирать.

Конечно, основополагающим является тот факт, что любая система всегда имеет одно единственное ограничение. Его нужно найти и расширить. После этого у системы появится другое, возможно, ограничение, или сохранится старое. Но в каждый момент времени ограничение есть.

Таким образом, теория ограничений – это совокупность управленческих решений по организации системы продвижения товара, проектному управлению, руководству и контролю над подразделениями, а также по генерированию новых стратегических решений.

Эта методика снабжает организацию инструментами управления, которые позволят дать ответы на четыре ключевых вопроса, необходимых для роста:

- Что необходимо изменить? – Определение ключевой проблемы.
- На что изменить? – Разработка простых практичных решений.
- Как обеспечить реформу? – Сотрудничество со специалистами, необходимое для внедрения решений.
- Что создает процесс постоянных улучшений? – Внедрение механизмов для поиска тех областей, которые больше всего нуждаются в улучшении.

Список использованных источников

1. Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / Уильям Детмер; Пер. с англ. — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. — 444 с.
2. Эли Шрагенхайм. Теория ограничений в действии: Системный подход к повышению эффективности компании. — М.: Альпина Паблишер, 2014. — 286 с.

МЕТОД ВИБРАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Чжан Сяолян¹, Ларионова Л.В.^{1,2}, Глиненко Е.В.^{1,2}

Томский политехнический университет, г. Томск

Научные руководители:

¹*Мойзес Б.Б., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества,*

²*Гаврилин А.Н., к.т.н., доцент кафедры автоматизация и роботизация в машиностроении*

Вибрация, возникающая в производственном оборудовании, приводит как к положительному эффекту, полезному для решения различных технологических задач [1–5], так и отрицательному. В аспекте металлообработки вибрация может оказывать значительное влияние на правильность функционирования оборудования (точность и шероховатость обрабатываемых поверхностей), надежность его эксплуатации, степень защиты установленного в непосредственной близости прецизионного технологического оборудования, безопасность рабочего персонала от последствий возможных аварийных ситуаций.

Развитие научно-технического прогресса и требований к точности обработки определило тенденции развития конструкций металлообрабатывающего оборудования, основными из которых стали:

- повышение производительности за счет повышения уровня автоматизации и интенсификации режимов резания (высокоскоростное резание);
- повышение точности обработки [6], в том числе посредством виброгашения [7] и выбора оптимальных режимов работы [7, 8];

- повышение надежности работы оборудования за счёт своевременной диагностики [6], включая вибрационную диагностику для определения виброактивности элементов технологической системы, негативно влияющих на точность обработки детали и стойкость инструмента.

Развитие конструкций металлообрабатывающего оборудования обусловило дальнейшее развитие информационно-измерительной техники [9-11] для проведения вибродиагностики технологической системы «станок-приспособление-инструмент-деталь».

Средства диагностики могут быть как мобильными, так и стационарными, но стационарность последних не допускает их применение для оперативной диагностики металлообрабатывающего оборудования. При этом надо отметить широкую гамму деталей применяемых приспособлений.

Известны конструкции мобильных диагностических комплексов зарубежного и отечественного исполнения, а также методики их применения [9-11]. Данные комплексы хорошо зарекомендовали себя, но относительная сложность их использования (требуется инструкция и специальные навыки) предопределила актуальность разработки компактного надежного и простого в использовании диагностического комплекса для проведения вибрационной диагностики.

Учеными Томского политехнического университета в сотрудничестве с ООО «ВиТэк Сибирь» (г. Томск) разработан и апробирован диагностический комплекс [12], состоящий из трех модулей (рис. 1): пьезоэлектрические датчики, виброизмерительный модуль, ноутбук с программным обеспечением.

Требование обеспечения конкурентоспособности разработки предопределили модернизацию программного обеспечения в аспекте:

- представления результатов анализа – добавлена возможность применения фильтров первого-пятого порядков нижних и верхних частот, полосового и заграждающего (режекторного), которые позволяют более оперативно адаптироваться к различным условиям (рис. 2);

обработки сигнала – упрощен выбор частотной зоны амплитудного спектра для анализа вибрационной картины (рис. 3).



Рис. 1. Модули диагностического комплекса

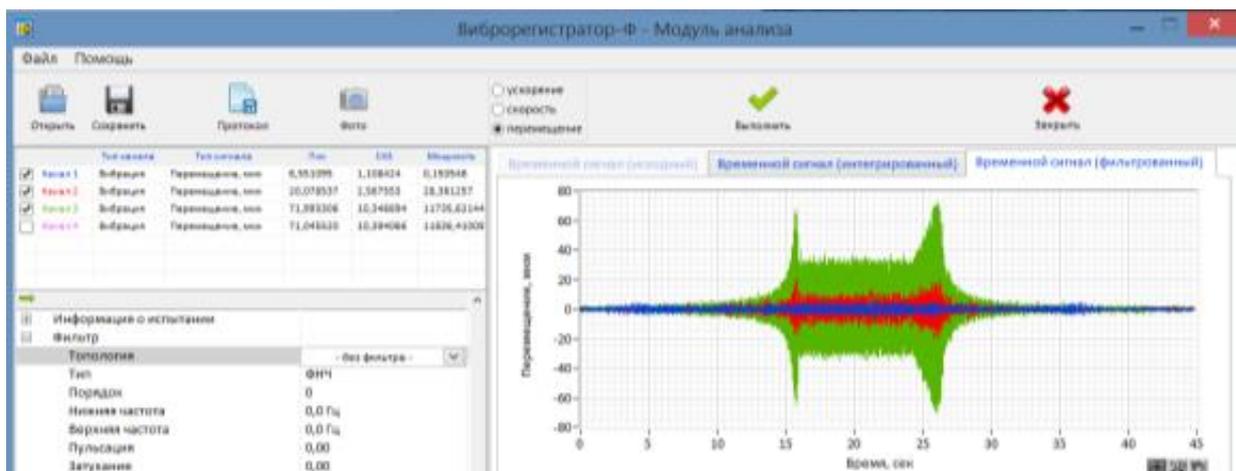


Рис. 2. Фрагмент окна программного обеспечения «Виброрегистратор-Ф»: слева – настройка параметров фильтрации; справа – временная диаграмма виброперемещений при разгоне до 2000 об/мин, «выстое» и останове

Для упрощения использования диагностического комплекса при проведении испытаний апробирование модернизированного диагностического комплекса и разработка методики была поручена студентам в рамках учебного процесса.

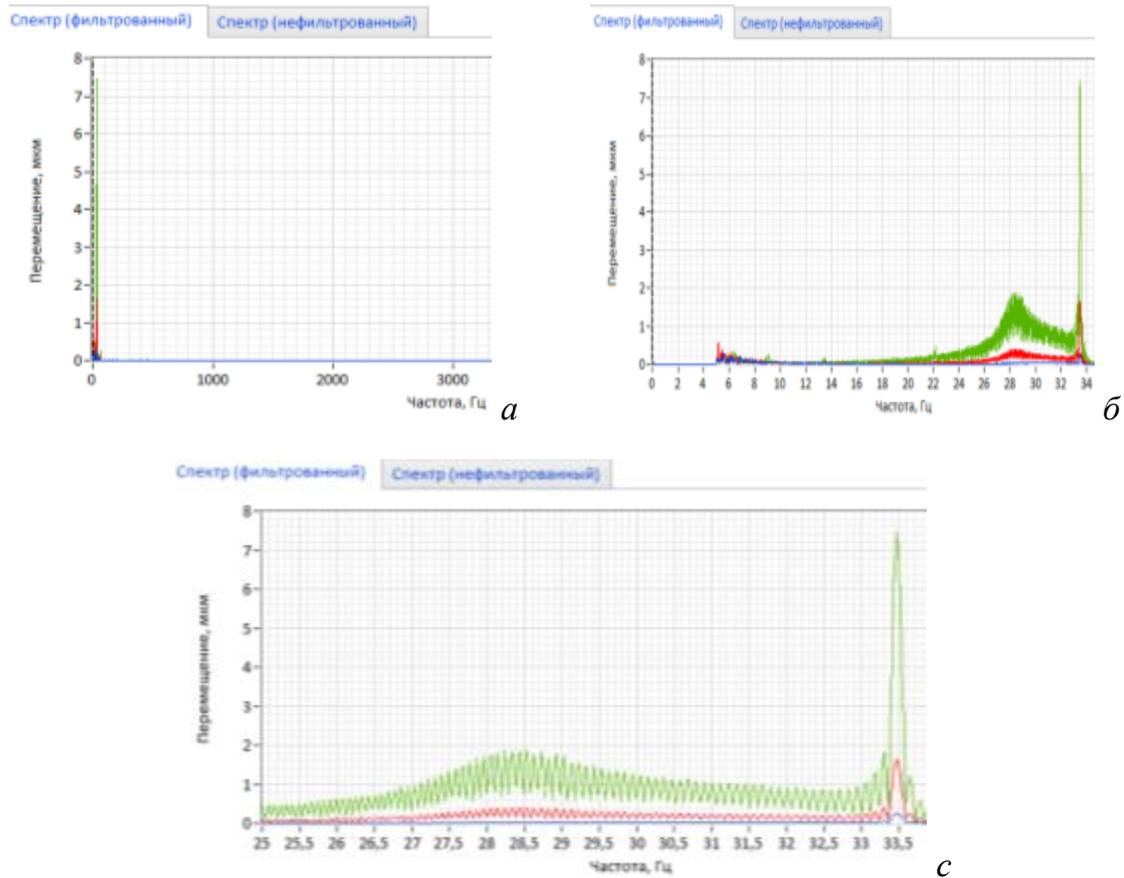


Рис. 3. Фрагменты окна программного обеспечения «Виброрегиcтpатор-Ф» для различных масштабов: *a* – 1000 Гц; *б* – 1 Гц; *с* – 0,5 Гц

1. Наладка диагностического комплекса (разработка принципиальной схемы диагностики).

Наладка комплекса заключается:

- в выборе узла диагностирования и направлений фиксации вибраций;
- в выборе способа крепления, мест установки датчиков;
- в подключении модулей комплекса между собой.

Для испытания выбран токарно-винторезный станок 16K20, объект диагностирования – шпиндельный узел (рис. 4).

Датчики размещены на резцедержателе (из-за невозможности установить их непосредственно на шпинделе станка), а направлениями фиксации вибрации стали оси X , Y и Z – направления действия составляющих возбуждающей силы резания P_x , P_y , P_z .

Возбуждение проводилось при вращении шпинделя за счет имеющегося эксцентриситета e упругим элементом 5

(подпружиненным штоком поршня), установленным в державке 2 и закрепленным в резцедержателе 6. Упругий элемент 5, воздействуя через подшипник 7 на вал 1, нагружает шпиндельный узел гармонически изменяющимся усилием.

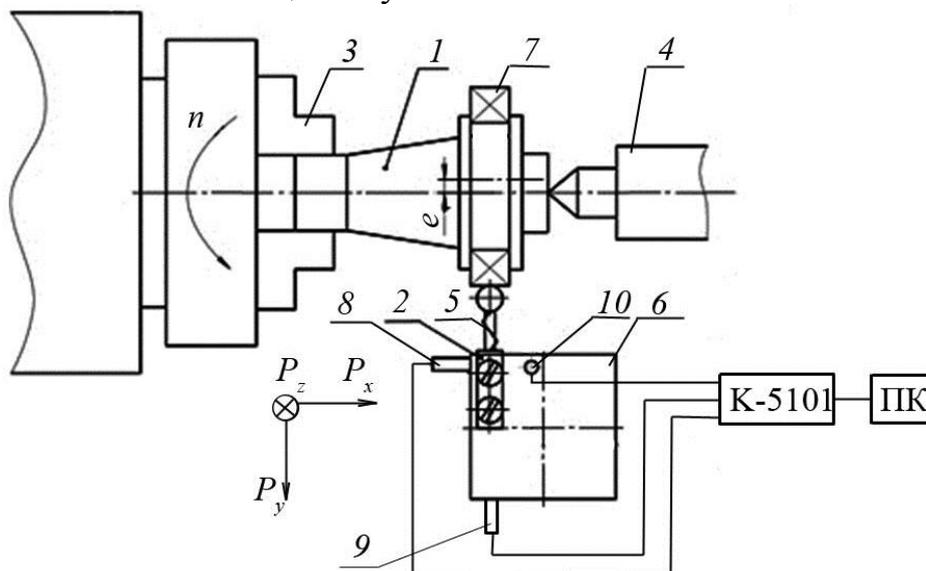


Рис. 4. Принципиальная схема наладки комплекса:

1 – эксцентриковый вал; 2 – державка; 3 – трехкулачковый патрон; 4 – задняя бабка; 5 – упругий элемент; 6 – резцедержатель; 7 – подшипник; 8–10– акселерометры; К-5101 – виброизмерительный модуль; ПК – персональный компьютер (ноутбук); P_x , P_y , P_z – направления действия составляющих силы резания

2. Настройка комплекса.

При настройке комплекса требуется:

- идентифицировать каналы датчика на компьютере;
- настроить программную оболочку: выбор фиксируемой величины (виброперемещение, виброскорости, виброускорение), инструмента, типа фильтра и его параметров и т.д.

3. Выбор режимов и плана проведения испытаний.

В качестве режимов были выбраны частоты вращения шпинделя 630 и 2000 об/мин (в середине и конце диапазона частот вращения).

План эксперимента: снять картину вибрации при разгоне, устоявшемся режиме и торможении.

4. Запуск объекта диагностирования и фиксирование результатов.

Картина вибраций, полученная в ходе эксперимента на частоте 2000 об/мин, приведена выше (рис. 2).

5. Анализ данных и выдача рекомендаций.

Вибрационная картина показывает наличие резкого скачка амплитуды колебаний на частоте 33,45 Гц, близкой к частоте возмущения при «выстое» шпинделя:

$$f_b = \frac{n_{\text{шп}}}{60} = \frac{2000}{60} = 33,3 \text{ Гц,}$$

где $n_{\text{шп}}$ – частота вращения шпинделя, об/мин.

Таким образом, модернизация специального программного обеспечения позволила оптимизировать обработку сигнала в аспекте фильтрации и частотного анализа, а проведение исследований студентами продемонстрировало простоту использования комплекса.

Список информационных источников

1. A. Nizhegorodov, A. Gavrilin, B. Moyzes. Hydraulic Power of Vibration Test Stand with Vibration Generator Based on Switching Device Key Engineering Materials, **685** (2015). DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.685.320.
2. A. Nizhegorodov, A. Gavrilin, B. Moyzes. Hydrostatic Vibratory Drive of the Test Stand for Excitation of the Amplitude-Modulated Vibrations. Journal of Physics: Conference Series, **671** (2016). DOI: 10.1088/1742-6596/671/1/012037.
3. B. Moyzes, A. Gavrilin, X. Zhang, K. Mel'kov, A. Fayngerts. Actuators of the Seismic Vibrations Sources. Mechanical Engineering, Automation and Control Systems: proceedings of the International Conference, Tomsk, 1-4 December, 2015, IEEE. (2015). DOI: 10.1109/MEACS.2015.7414967.
4. B. Moyzes, A. Gavrilin, X. Zhang, A. Hajrullin, A. Fayngerts. The System of Clamping the Base Plate of the Seismic Vibrations Sources to the Ground. Mechanical Engineering, Automation and Control Systems: proceedings of the International Conference, Tomsk, 1-4 December, 2015. IEEE. (2015). DOI: 10.1109/MEACS.2015.7414968.
5. A. Gavrilin, A. Chuprin, B. Moyzes, E. Halabuzar. Land-based sources of seismic signals. Proceedings of International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems: proceedings of the International Conference, Tomsk, 16-18 October, 2014, IEEE. (2014). DOI: 10.1109/MEACS.2014.6986947.
6. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва: Машиностроение, 2003.

7. A. Gavrilin, B. Moyzes, O. Zharkevich Constructive and processing methods of reducing vibration level of the metalworking machinery elements. Journal of Vibroengineering, 17 (7), pp. 3495-3504.

8. A. Gavrilin, B. Moyzes, A. Cherkasov. Research Methods of Milling Technology Elements. Applied Mechanics and Materials: Scientific Journal. Vol. 756 (2015). DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.756.35

9. Григорьев С.Н., Козочкин М.П., Сабиров Ф.С., Синопальников В.А. Проблемы технической диагностики станочного оборудования на современном этапе развития // Вестник МГТУ Станкин. – 2010. – № 4. – С. 27-36.

10. Козочкин М.П., Порватов А.Н. Разработка переносного и интегрированного диагностического комплекса для анализа технологических процессов обработки деталей на металлорежущих станках // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2013. – № 2. – С. 18-24.

11. Козочкин М.П., Сабиров Ф.С. Оперативная диагностика при металлообработке – проблемы и задачи // Вестник МГТУ Станкин. – 2008. – № 3. – С. 14-18.

12. Гаврилин А.Н., Виноградов А.А., Серебряков К.В. Виброрегистратор-Ф. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014661189. Заявка № 2014618793, 02.09.2014.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ОБРАЗЦАХ ГОРНЫХ ПОРОД

Чжан Жуйчжи

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Яворович Л.В., к.т.н., с.н.с. ПНИЛ ЭДиП

В Томском политехническом институте в начале 70-х годов в лабораторных условиях под руководством профессора А.А. Воробьева при механическом воздействии на диэлектрические материалы были зарегистрированы электромагнитные сигналы [1]. Обнаруженное явление получило название механоэлектрических преобразований. Позже было установлено, что переход механической энергии в электромагнитную зависит от свойств исследуемых материалов. А.А. Воробьев указывал [2, 3], что все виды энергии могут переходить в механическую. Для такого перехода необходимо наличие заряженных частиц или свободных зарядов. Следовательно, причиной появления

электромагнитных сигналов (ЭМС) является изменяющийся или появляющийся на поверхностях диэлектриков электрический заряд при их деформировании.

Актуальность – в горной промышленности остро стоит проблема мониторинга напряженно-деформированного состояния массива горных пород и контроля удароопасности. Эта связано с тем, что при добычи полезных ископаемых часто возникают геодинамические события в форме горных ударов, что приводит к гибели людей, оборудования и разрушению горных выработок. В связи с этим необходимы методы, которые бы контролировали напряженное состояние массивов.

В связи с этим целью работы является физическое моделирование механоэлектрических преобразований в горных породах, а именно выявление закономерностей параметров электромагнитного сигнала при пьезоакустическом воздействии на образцы горных пород. Это внесет свой вклад в разрабатываемый метод мониторинга изменения напряженно-деформированного состояния массива горных пород и контроля удароопасности.

Методика исследования параметров электромагнитных сигналов при пьезоакустическом возбуждении образцов

При пьезоакустическом воздействии на образцы горных пород использовалась экспериментальная установка, блок-схема которой представлена на рисунке 1.

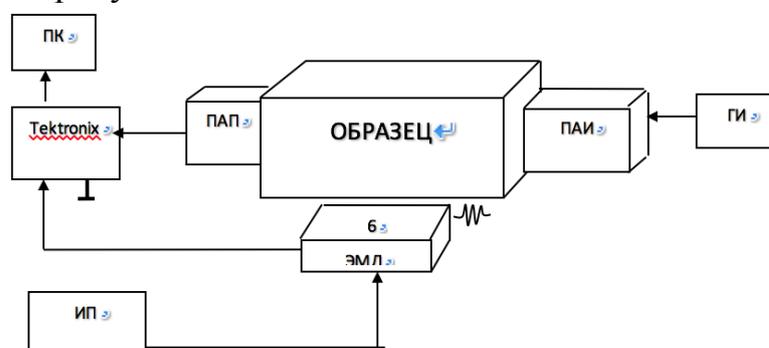


Рисунок 1- Блок-схема экспериментальной установки для регистрации ЭМС при пьезоакустическом возбуждении.

На рисунке 1 показано: 1 – генератор высоковольтных импульсов для возбуждения пьезоакустического излучателя. Длительность вырабатываемых импульсов: 10-6-10-4 с. Амплитуда импульсов: 100-800 В; 2 – ПАИ – пьезоакустический излучатель; 3 – ПАП – пьезоакустический приемник; 4 – цифровой двухканальный

осциллограф Tektronix TDS2024B с возможностью запоминания сигналов и передачи их на компьютер. Полоса пропускания прибора равна 60 МГц, чувствительность 2 мВ/дел; 5 – ПК – персональный компьютер; 6 – ЭМД – электромагнитный дифференциальный датчик, со встроенным усилителем мощности для согласования входного сопротивления емкостного датчика и принимающего сигнал электронного усилителя с коэффициентом усиления 100; 7 – источник питания электронной схемы ЭМД.

Исследования проводились на образцах горной породы Таштагольского железорудного месторождения. Образцы имели форму цилиндра. Размеры образцов составляли 8x4 см. На рисунке 2 приведены фотографии одного из исследуемых образцов горной породы с четырех сторон. На рисунке 2 видим, что образец сложный по структуре, состоящий из минерала магнетита (темный цвет на рисунке) и кальцита (светлый цвет). Пьезоакустическое возбуждение такого образца производилось сначала с противоположных торцов, а затем перпендикулярно основной оси образца и также с четырех сторон.



Рисунок 2 - Фотографии исследуемого образца горной породы с четырех сторон.

Список информационных источников

1. Воробьев А.А. О возможности электрических разрядов в недрах Земли // Геология и геофизика. – 1970. – N 12. – С.3.-13.
2. Воробьев А.А. Равновесие и преобразование видов энергии в недрах. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1980.- 211с.
3. Воробьев А.А., Заводовская Е.К., Сальников В.Н. Изменение электропроводности и радиоизлучение горных пород и минералов // ДАН. – 1975. – т.220, №1.- С.82-85.

РАДИОВОЛНОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Шабуров Д.Ш.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Шиян В.П., к. ф-м.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

В настоящее время во всем мире повсеместно используются трубопроводы, они используются для транспортировки различных веществ, которых может быть огромное множество. При эксплуатации трубопроводов могут возникнуть сквозные дефекты, которые приводят к техногенным катастрофам. С целью предотвращения нарушения целостности трубопроводов необходим непрерывный мониторинг состояния труб, особенно в местах расположения промышленных объектов, шоссежных дорог, железнодорожных путей и жилищных построек.

Для решения данной проблемы мы предлагаем использовать метод радиоволновой дефектоскопии. Суть метода заключается в возбуждении в трубе электромагнитного СВЧ излучения с последующим приемом его из щели.

Метод радиоволновой дефектоскопии трубопроводов предполагает выявление сквозного дефекта при регистрации СВЧ излучения из щели. Еще одна особенность данного метода в том, что трубопровод используется в качестве волновода.

Структурная схема лабораторного макета радиоволнового дефектоскопа представлена на рисунке 1.

Принцип работы радиоволнового дефектоскопа заключается в следующем.

СВЧ импульс длительностью 10 нс и частотой 10 ГГц от генератора 2 через циркулятор 4 поступает в трубопровод. Тип волны H_{11} и частота f выбрана для обеспечения минимального затухания и стабильности структуры волны в трубе с диаметром D .

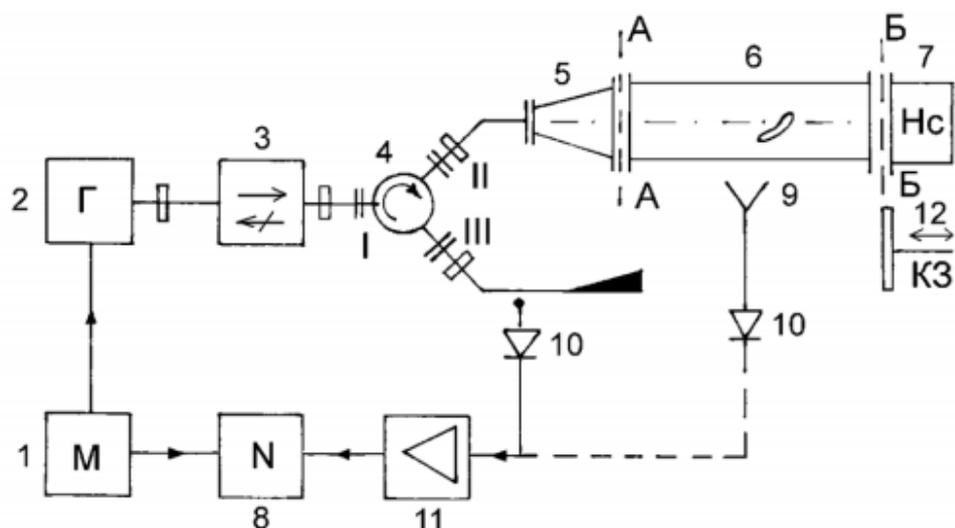


Рисунок 1 - Структурная схема лабораторного макета радиоволнового дефектоскопа

1 – модулятор; 2 – СВЧ-генератор; 3 – вентиль; 4 – циркулятор; 5 – трансформатор типа волны; 6 – трубопровод; 7 – согласованная нагрузка; 8 – скоростной осциллограф; 9 – приемная антенна; 10 – СВЧ-детектор; 11 – усилитель; 12 – короткозамыкатель.

При распространении СВЧ импульса по волноводу некоторая часть энергии теряется, за счет потерь в стенках трубопровода. При прохождении СВЧ-импульса по участку трубопровода со сквозным дефектом часть энергии излучается в свободное пространство через дефект. Излученная энергия в виде электромагнитной волны является информативным параметром, определяющим наличие дефекта. Сигнал принимается приемной антенной, детектируется, затем усиливается и подается на скоростной осциллограф. По временной задержке излученного импульса относительно момента запуска развертки осциллографа определяется местоположение дефекта при известной скорости распространения СВЧ-импульса в трубопроводе с рабочей средой.

Лабораторный макет радиоволнового дефектоскопа представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 - лабораторный макет радиоволнового дефектоскопа.

Список информационных источников

1. Патент РФ №2020467 от 03.07.91 г. Способ обнаружения сквозных дефектов в трубопроводах/А.П. Арзин, В.Л. Жуков, С.Ю. Левин, В.П. Овчинников, А.Ф. Саяпин, Г.О. Фетисов, В.П. Шиян, Ю.Г. Штейн.

2. Техника и приборы СВЧ, Том 1/И.В. Лебедев/ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫСШАЯ ШКОЛА» МОСКВА.

3. Основы радиационного неразрушающего контроля: Методическое пособие/Р.А. Назипов, А.С. Храмов, Л.Д. Зарипова/Издательство Казанск. гос. университета, 208.-66 с.:ил.

4. Технические средства диагностирования: Справочник/В.В. Ключев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др./Под общей ред. В.В. Ключева. М.: Машиностроение, 1983. – 672 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Шибико А.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Шиян В.П., к. ф-м.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

Целью работы является, во-первых, изучение процесса микроволновой сушки древесины, во-вторых, определение основных параметры микроволной сушки и средств их контроля, и в-третьих, исследование влияние СВЧ-излучения на температурные датчики. СВЧ-сушка широко распространена и обладает преимуществами перед другими видами сушки, например, равномерностью сушки, лёгкостью управления нагревом, практически мгновенным подводом энергии к нагреваемому объекту, высоким КПД преобразования СВЧ-энергии в тепловую и т.д. В то же время возникает проблема влияния СВЧ-излучения на датчики.

Процесс сушки древесины является одним из важнейших этапов подготовки материала к работе, так как сухая древесина обладает высокой прочностью, меньше коробится, не подвержена загниванию, легко склеивается, лучше отделяется и более долговечна.

При испытаниях с целью определения показателей физико-механических свойств древесины ее кондиционируют, приводя к нормализованной влажности. Если нет особых примечаний, то конечная влажность пиломатериалов составляет 12%.

На практике по степени влажности различают древесину:

- мокрую, $W > 100\%$, длительное время находившуюся в воде;
- свежесрубленную, $W = 50-100\%$, сохранившую влажность растущего дерева;
- воздушно-сухую, $W = 15-20\%$, выдержанную на открытом воздухе;
- комнатно-сухую, $W = 8-12\%$, долгое время находившуюся в отапливаемом помещении;
- абсолютно сухую, $W = 0$, высушенную при температуре $t=103\pm 2^\circ\text{C}$

На данный момент существуют такие типы сушки древесины:

- 1) Атмосферная
- 2) Вакуумная
- 3) Конвективная
- 4) Сушка в камерах ПАП

5) СВЧ сушка

В качестве примера рассмотрим СВЧ сушильную камеру «МИТОН-3Д-2», изображенную на рис.1. Камера предназначена для сушки пиломатериалов и мебельных заготовок в небольших столярных цехах. Она состоит из алюминиевого корпуса, системы вентиляции, трубопровода и СВЧ-генератора. Особенность сушилки состоит в том, что в корпусе находятся четыре облучателя (в виде щелевых волноводных антенн), размещённые на четырёх внутренних поверхностях стенок камеры таким образом, чтобы штабель облучался с четырёх длинной сторон (сверху, снизу, слева и справа). При этом система питания СВЧ - генераторных модулей позволяет осуществить любую рабочую комбинацию четырёх модулей, подключённых автономно. Для выноса влажного воздуха применяется система вертикального продува, которая осуществляется с помощью вентилятора.

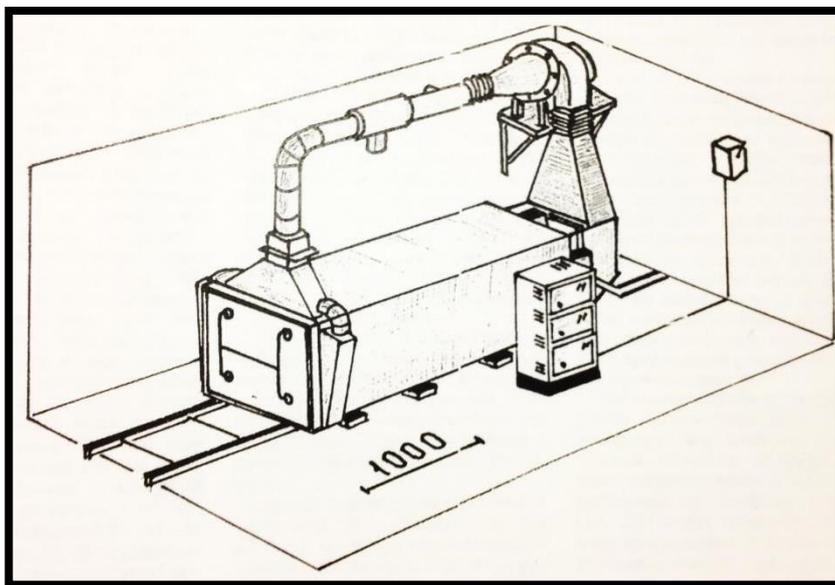


Рисунок 1. Камера «МИТОН-3Д-2»

После просушивания пиломатериалов в такой сушилке их влажность снижается до 6%.

При СВЧ сушке нужно контролировать такие параметры как:

- 1) Влажность древесины
- 2) Скорость перемещения сушильного агента
- 3) Температура сушильного агента

При использовании сушки СВЧ-энергии возникает проблема воздействия её на применяемые датчики, что требует ряда технических

решений для обеспечения требуемой точности контроля. Для решения этой проблемы поставлен эксперимент по оценке влияния СВЧ-излучения на процесс измерения температуры датчиками различного типа.

Эксперимент проводился с тремя термометрами, из которых два относятся к термометрам расширения (спиртовой и ртутный), а третий является термометром сопротивления типа ТСМ-571.

В качестве источника излучения использовался терапевтический аппарат «Луч-58», предназначенный для воздействия электромагнитного поля на ткани человека с лечебными целями. Излучения ведётся дециметровыми волнами. Основные параметры данного аппарата представлены в таблице ниже.

Таблица 1

Рабочая частота	2375 ± 50 МГц
Максимальная выходная мощность	150 ± 45 Вт
Минимальная выходная мощность	16 ± 8 Вт
Длина волны	12,62 см
Диаметр излучателя	132 мм

Схема эксперимента представлена на рисунке 2. Термометры размещены под излучателями на расстоянии 15 см.

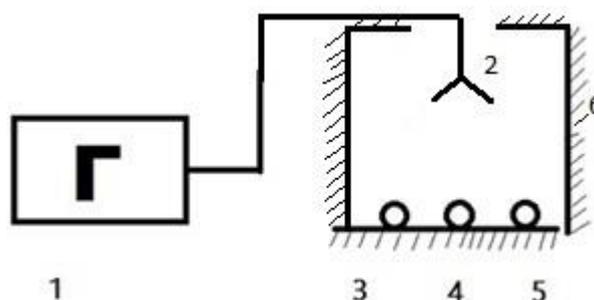


Рисунок 2. Схема эксперимента

1-СВЧ генератор, 2-излучатель, 3-спиртовой термометр, 4-ртутный термометр, 5-термометр сопротивления, 6 –поглощающий материал типа «шуба»

Предварительно измерялась температура в помещении в отсутствии СВЧ-излучения. Затем подавалась СВЧ энергия. Уровень выходной мощности равен 50 Вт. Плотность потока СВЧ энергии составила $0,37$ Вт/см². Время воздействия СВЧ энергии на термометры равно 3 минутам.

Для защиты оператора от СВЧ излучения термометры применялся поглощающий материал типа «шуба», обеспечивающий ослабление СВЧ мощности в 10 дцБ. При этом уровень паразитной плотности потока СВЧ энергии в рабочей зоне не превышал 10 мкВт/см^2 на расстоянии 50 см от зоны контроля.

Внешний вид экспериментальной установки на рис 3



Рисунок 3. Экспериментальная установка

Начальные и конечные показания термометров представлены в таблице 2.

Таблица 2

	Ртутный термометр	Спиртовой термометр	Термометр сопротивления
Начальная температура, t_0	26	25	24,6
Конечная температура, t_1	32	33	26,3

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что СВЧ-излучение влияет на показания приборов. Самая большая разность показаний отмечена у спиртового термометра. Это связано с тем, что спирт хорошо поглощает СВЧ-энергию. Меньшая разность показаний у ртутного термометра. Ртуть – это металл, при попадании его в электромагнитное поле в нем возникают вихревые токи. Происходит нагрев рабочего тела. Наименьшая разность показаний получилась для термометра сопротивления, которая составила 1.7. Для работы с СВЧ

это наиболее подходящий тип термометра. Однако, полученная погрешность показания приводит к выводу, что необходимо защищать датчики для достижения максимальной точности проведения измерений. В этом случае необходимо использовать защиту датчиков от СВЧ излучения в виде перфорированных экранов из металла с высокой электрической проводимостью, например меди.

В ходе выполнения работы проведены эксперименты по влиянию СВЧ излучения на температурные датчики. Проведён сравнительный анализ 3 видов термометров с разными рабочими телами. Наиболее приемлемым для работы с СВЧ-излучением признан термометр сопротивления типа ТСМ-571. Для уменьшения влияния СВЧ излучения на показания термометров необходимо все же применение защитных экранов.

Список информационных источников

1. В. П. Шиян «Малогабаритная СВЧ камера для сушки пиломатериалов»; //жур. «Деревообрабатывающая промышленность»; выпуск 5, 2001г.

2. П. В. Болдырев «Сушка древесины»; практическое руководство; издательство «ПРОФ ИКС»; г. Санкт-Петербург, 2002 г. – с. 13, 14,26.

3. Радиоволновой контроль: учебное пособие/ В. И. Матвеев; Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД); под ред. В. В. Клюева. — Москва: Спектр, 2011.: ил.. — Диагностика безопасности.- с 174,178.

АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ

Яблокова С.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Редько Л.А., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

С момента принятия ISO 9001 в 1987 г. прошло 25 лет, за это время он стал самым успешным и распространенным стандартом в истории ISO.

В 2015 г. вышла пятая версия стандарта. Стандарт ISO 9001:2015 ориентирован на использование современных передовых концепций

менеджмента, успешно и широко применяющихся во всем мире (рис. 1).

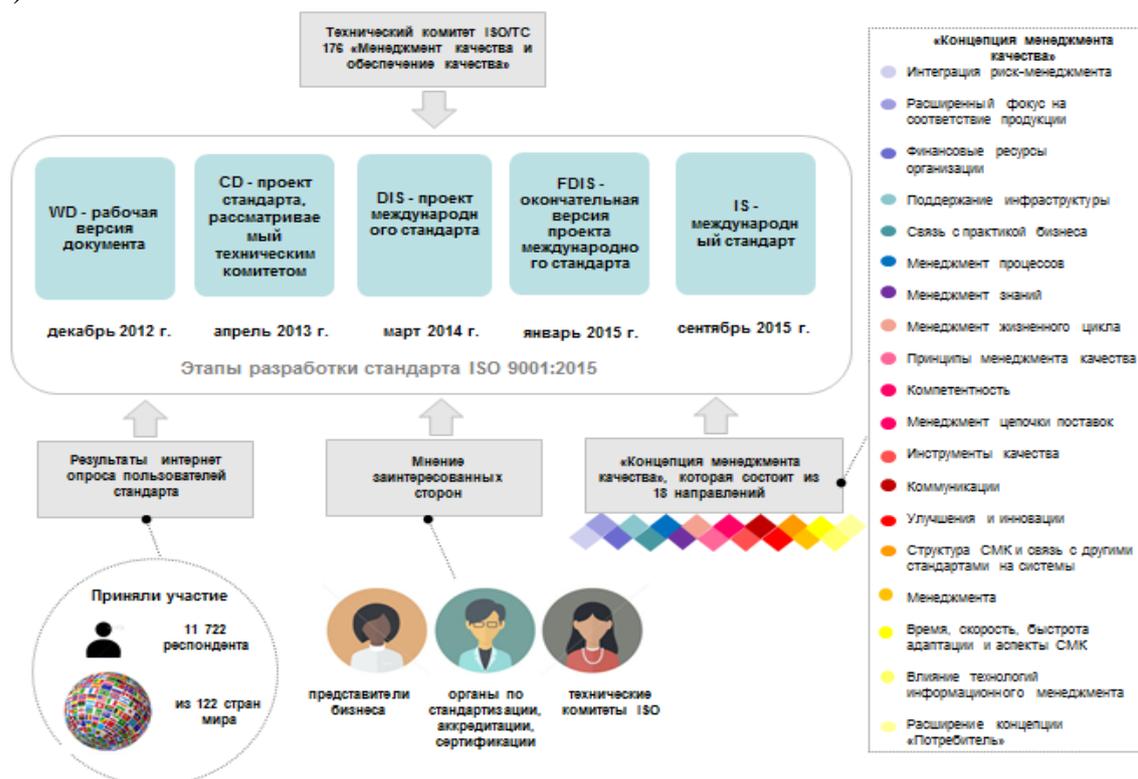


Рис.1. Стадии стандарта ISO 9001

Новая версия включает все современные управленческие концепции, появившиеся и доказавшие свою эффективность за последние время. К основным изменениям и нововведениям стандарта относятся: структура высокого уровня, среда организации (контекст), действия по отношению к рискам и возможностям, знания организации.

Безусловной «фишкой» новой версии станет требование к управлению потенциалом знаний организации, необходимым для функционирования процессов и достижения соответствия продуктов и услуг. Эта база должна поддерживаться и быть доступной в необходимом объеме.

Несмотря на обилие монографий, публикаций и исследований в области управления знаниями, до сих пор нет ни единого подхода к этой дисциплине, ни даже общепринятого ее определения. Обычно как специалист-практик трактует для себя это понятие, так он и управляет знаниями.

В основе большинства моделей управления знаниями лежат этапы жизненного цикла и процессы управления знаниями. Рассмотрим как со временем менялся процесс управления знаниями.

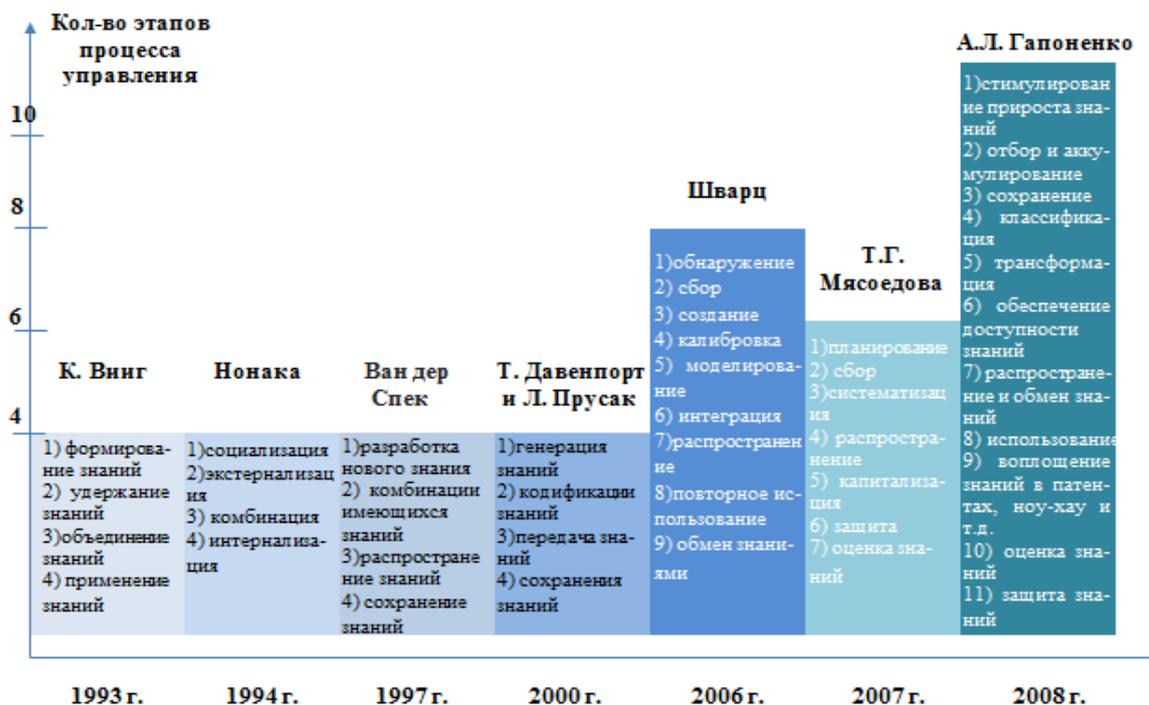


Рис.2. Модели управления знаниями

Как видно из рисунка 2 с годами количество этапов процесса увеличивалось, это связано с тем, что со временем взгляд на использование знаний меняется. Раньше считалось, что знания не подвержены старению и обесцениванию, сейчас же знание это в первую очередь экономический объект, который необходимо защищать и извлекать от него экономические выгоды.

В рамках проводимого исследования в ТПУ был предложен свой алгоритм процесса управления знаниями (рис. 3) Один этап оценивался в 10 баллов. В зависимости от вида знаний, они могут проходить от 8 до 6 этапов. Это связано с тем, что не все знания нуждаются в этапах «Защита» и «Капитализация».

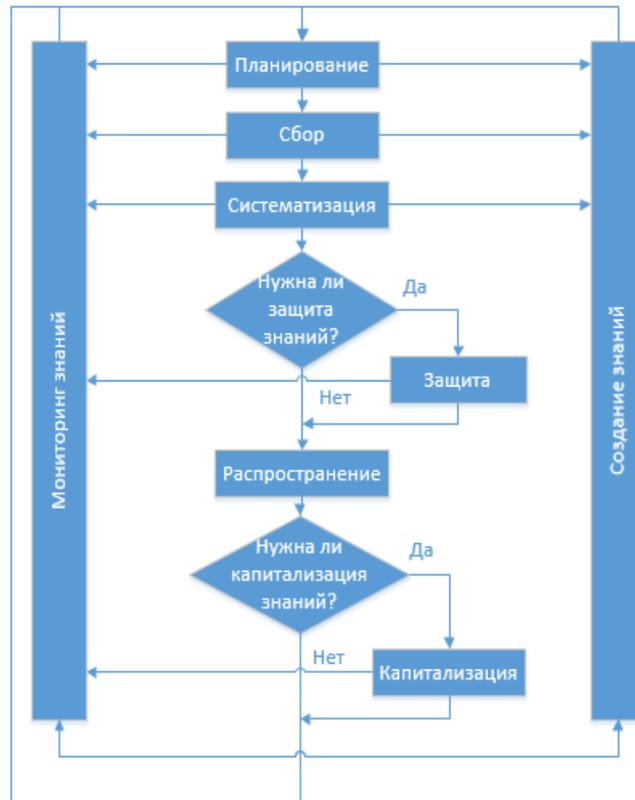


Рис.3. Алгоритм оценки управления знаниями

Также было предложено знания университета классифицировать по следующим признакам:

1. Формализация знаний:

- явное знание;
- неявные знания.

2. Область знаний:

- научно-исследовательские;
- учебно-методические;
- общеорганизационные;
- знания со стороны внешней среды организации.

Всего было выделено 47 видов знаний в ТПУ, конечно, это далеко не все. Но перед нами стояла цель, проанализировать только те знания, к которым в университете обращаются наиболее часто. Каждый вид знаний был оценен по алгоритму, о котором говорилось ранее.

Неявные знания, к которым нет нормативных требований, были оценены с помощью проведения анкетирования среди студентов и сотрудников ТПУ.

После общей оценки всех имеющихся знаний, у нас получилось четыре группы знаний:

1. Знания управляются, есть требования – знания, получившие высокую оценку, и для их управления разработаны нормативные требования.

2. Знания управляются, нет требований – знания, получившие высокую оценку, но к которым не разработаны нормативные требования или их недостаточно для управления данными знаниями, т.е. успешное управление осуществляется за счет навыков и опыта сотрудников.

3. Знания не управляются, есть требования – знания, получившие низкую оценку, но для управления ими разработаны нормативные требования.

4. Знания не управляются, нет требований – знания, получившие низкую оценку и для управления которым не разработаны нормативные требования.

В целом в ТПУ процесс управления знаниями осуществляется хорошо, Из 47 видов знаний не одно не попало в четвертый блок. Для знаний, содержащихся в блоке три, были разработаны рекомендации по улучшению.

Таким образом, можно уверенно говорить о том, что теория управления знаниями применима и применяется в университетах. Но знания не статичны, и они требуют постоянной актуализации и обновления. Поэтому управлять знаниями нужно непрерывно, а не от случая к случаю.

Список информационных источников

1. Э. Бауэр Новая версия ISO 9001: основные особенности и советы по внедрению/ Бауэр Э.// Методы менеджмента качества.- 2015.-№12. – С.18-22.

2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015 – 54 с.

3. Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями (методы и технологии) / Под общ. ред. В.З. Ямпольского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 260 с.

НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА АККРЕДИТАЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Яковлева Е.В.

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Калиниченко Н.П., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

В процессе аккредитации в Национальной системе аккредитации существуют риски, которые могут повлиять на результаты процесса. Основные риски связаны с этапами аккредитации: формирование экспертной группы; экспертиза документов, проверка заявителя по месту осуществления деятельности.

Все риски, требующие проведения действий по их управлению, относятся к недостаточной информированности участников аккредитации о правильности прохождения этапов аккредитации и взаимодействия между ними. Из этого следует, что для совершенствования процесса аккредитации лаборатории необходимо разработать ряд документов, которые будут регламентировать весь процесс аккредитации.

Таким образом, необходимым является действие в Федеральной службе по аккредитации документов, описывающих процесс аккредитации: инструкции о порядке аккредитации лаборатории неразрушающего контроля и регламент процесса «Аккредитация испытательной лаборатории».

Инструкция предназначена для использования при аккредитации и устанавливает порядок проведения работ по аккредитации в Федеральной службе по аккредитации. Регламент процесса устанавливает ответственности за результат процесса, взаимодействие между подразделениями Федеральной службы по аккредитации и с внешними сторонами: аккредитуемой лабораторией и экспертной организацией. Документы предназначены для использования сотрудниками Федеральной службой по аккредитации при аккредитации лабораторий неразрушающего контроля.

Аккредитация лабораторий проводится в соответствии с законодательством Российской Федерации, действующими подзаконными актами [1].

Целью процесса аккредитации является выдача лаборатории аттестата аккредитации. Выходом процесса является аттестат

аккредитации, который должен соответствовать установленной форме, содержать полную и достоверную информацию. В ходе процесса Федеральной службой по аккредитации предоставляются приказ о составе экспертной группы, приказ об отказе в предоставлении государственной услуги, приказ о проведении выездной оценки.

Процесс аккредитации со стороны Федеральной службы по аккредитации состоит из следующих подпроцессов:

- 1)Регистрация заявления на аккредитацию;
- 2)Назначение ответственного исполнителя по аккредитации;
- 3)Рассмотрение заявления на аккредитацию;
- 4)Выбор главного эксперта;
- 5)Проверка экспертного заключения;
- 6)Проверка акта выездной экспертизы;
- 7)Принятие решения об аккредитации;
- 8)Выдача аттестата аккредитации.

Ответственным за процесс аккредитации является начальник отдела аккредитации Федеральной службы по аккредитации.

Ответственным за выполнение подпроцесса «Регистрация заявления на аккредитацию» является сотрудник по делопроизводству Федеральной службы по аккредитации. Начальник отдела аккредитации является ответственным за выполнение подпроцессов «Назначение ответственного исполнителя по аккредитации», «Принятие решения об аккредитации», «Выдача аттестата аккредитации». За остальные подпроцессы отвечает ответственный исполнитель, назначенный начальником отдела аккредитации.

Начальник отдела аккредитации осуществляет управление процессом, выполняя следующие функции:

- руководство работы отдела по аккредитации;
- назначает ответственного исполнителя по аккредитации;
- утверждает план-график проверок испытательных лабораторий;
- утверждает состав экспертной группы [2];
- принимает решение о проведении выездной оценки;
- принимает решение об отказе в предоставлении государственной услуги или о выдаче аттестата аккредитации;
- управляет рисками процесса.

Подпроцессы получают от начальника отдела аккредитации приказы о назначении ответственного исполнителя, о составе

экспертной группы, приказ о проведении выездной оценки, приказ выдаче аттестата аккредитации.

Каждый этап процесса аккредитации лаборатории неразрушающего контроля должен содержать сроки выполнения работ по конкретному этапу [3] и необходимые формы документов [4], такие как заявка на аккредитацию, акт выездной экспертизы. Каждый подпроцесс участвует в анализе рисков процесса путем занесения информации в записи о рисках.

Все подпроцессы процесса аккредитации испытательных лабораторий взаимосвязаны и взаимодействуют между собой и с внешними заинтересованными сторонами.

Федеральной службой по аккредитации должны быть рассмотрены [5]: заявка испытательной лаборатории, информация, полученная в процессе экспертизы документов и аттестации испытательной лаборатории, замечания испытательной лаборатории в отношении акта аттестации и другая информация, полученная в связи с аккредитацией, представленные ведущим экспертом. Данная проверка проводится с целью оценки соответствия лаборатории неразрушающего контроля критериям аккредитации и дополнительным критериям. На основании результатов оценки Федеральной службой по аккредитации принимается решение об отказе в аккредитации испытательной лаборатории или об ее аккредитации.

Для совершенствования процесса аккредитации лаборатории необходимо разработать ряд документов, которые будут регламентировать процесс аккредитации.

Документы должны обеспечить понимание прохождения, порядок взаимодействия подразделений и работников организации в рамках процесса аккредитации как самим аккредитуемым органом, экспертами по аккредитации, так и аккредитуемыми организациями.

При аккредитации лаборатории неразрушающего контроля, учитываются требования, которые использует аккредитуемый орган и которым лаборатория должна отвечать, для прохождения аккредитации. Федеральной службой по аккредитации определяется процедура и порядок назначения эксперта, включающие согласие эксперта и лаборатории. При этом экспертам должны быть предоставлены методические указания, рабочие документы и инструкции по проведению аккредитации.

Список информационных источников

1Об аккредитации в национальной системе аккредитации [Электронный ресурс]: закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 № 412-Ф. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

2Об утверждении Методики отбора экспертов по аккредитации для выполнения работ в области аккредитации [Электронный ресурс]: Приказ Минэкономразвития России от 23.05.2014 № 287. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

3Об утверждении общих сроков осуществления аккредитации и процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица, в том числе общих сроков проведения документарной оценки соответствия заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации и общих сроков проведения выездной оценки соответствия заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, а также сроков отдельных административных процедур при осуществлении аккредитации и процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 05.06.2014 № 519. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

4Об утверждении форм и перечней сведений, содержащихся в экспертном заключении, акте выездной экспертизы, акте экспертизы [Электронный ресурс]: Приказ Минэкономразвития России от 23.05.2014 №284. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

5Об утверждении Критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации [Электронный ресурс]: Приказ Минэкономразвития России от 30.05.2014 № 326. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ЖИДКИХ СРЕД

Якшигильдина Р.И.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Степанов А.Б., старший преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В данной статье рассматриваются основные понятия, классификация уровнемеров, анализ и выбор методики измерения жидких сред, а также на какие параметры обратить внимание при выборе измерительного прибора. Сделан вывод о том, насколько важно подобрать нужный уровнемер для измерения определенной жидкости, ведь от этого зависит время и точность измерения.

Ключевые слова: уровнеметрия, уровнемер, история создания уровнемеров, уровнемеры жидких сред, классификация уровнемеров.

Основные понятия

Измерение уровня (уровнеметрия) – процесс измерения высоты уровня жидкости или сыпучего вещества от положения, принятого за нулевое.

Уровнемерами называют средства измерений уровня. Таким образом, уровнемер – это прибор для контроля или измерения уровня жидкости и сыпучих веществ в технологических аппаратах, резервуарах и хранилищах.

Уровнем называют границу, отделяющую сыпучее вещество или жидкость от выше расположенных жидкости или газа меньшей плотности. Измеряют уровень в единицах длины.

С помощью измерения уровня можно извлечь информацию о массе или об объеме жидкости в резервуарах. Подобная информация необходима для управления производственным процессом, а также для проведения товароучетных операций. Различают контактные и бесконтактные методы измерения уровня [1, 7].

Методы измерения уровня

Контактный метод измерений применяется в любых средах и реализуется обычно в ёмкостных, гидростатических, буйковых и поплавковых уровнемерах. Эти приборы легко установить в резервуаре любой формы и размера либо в непосредственной близости от него, они отличаются механической прочностью, простотой монтажа, надежностью измерений и низкой стоимостью [1, 4].

Бесконтактный метод позволяет измерять уровень без непосредственного контакта со средой и заключаются в зондировании звуком (ультразвуковые), зондировании электромагнитным излучением (радарные) и зондировании радиационным излучением. Такие датчики стоит использовать в агрессивных, вязких, кристаллизирующихся, пенящихся средах, где есть риск засорения или коррозии элементов прибора [5, 46].

Классификация уровнемеров, предназначенных для измерения уровня жидкостей

1. Механические уровнемеры подразделяются на: буйковые, основывающийся на измерении выталкивающей силы, действующей на буюк и поплавковые, с чувствительным элементом (поплавок), плавающим на поверхности жидкости [2, 8].

2. Гидростатические уровнемеры – основаны на измерении гидростатического давления жидкости, зависящего от высоты ее уровня [2, 18].

3. Электрические уровнемеры – величины электрических параметров зависят от уровня жидкости. Данные уровнемеры подразделяются на такие виды: вибрационные и ёмкостные [2, 22].

4. Акустические (ультразвуковые) уровнемеры – основаны на зависимости интенсивности поглощения или времени распространения акустических колебаний от высоты уровня жидкости [1, 90].

5. Микроволновые (радарные, волноводные) уровнемеры – основанные на принципе отражения поверхности сигнала высокой частоты (СВЧ) [1, 113-134].

Выбор методики измерения жидких сред следует начинать с анализа технологического процесса и определения необходимой информации:

1. Количество контролируемых уровней. Измерение уровня может быть непрерывным, то есть не привязанным к какой-либо конкретной точке. При этом отображается наполнение ёмкости в процентном отношении реального объема измеряемой среды к общему объему ёмкости, которая принимается за 100 %.

2. Измеряемая среда. Жидкая среда может быть агрессивной, вязкой или с выпадением осадка, также в жидкостях могут появиться проблемы оседания, связанные с образованием суспензий или содержанием в них нерастворимого остатка. Более того, пена, турбулентность и даже пыль могут ввести в заблуждение при использовании отражательных методов измерений, а диэлектрические характеристики могут повлиять на показания ёмкостных датчиков.

3. Тип ёмкости. Форма, материал ёмкости, а также расположение, то есть доступ к ней, важные показатели выбора системы измерения и способа монтажа.

4. Точность измерений. Обычно вопрос о точности измерений относится только к непрерывным измерениям. В зависимости от размеров сосуда измерения могут быть очень точными ($\pm <1\%$), но при этом потребуются значительные затраты. Необходимость выполнять точные измерения в крупном резервуаре в широких пределах встречается редко. Одним из простейших и наиболее надежных способов определения степени наполнения резервуара является его взвешивание [2, 68-69].

Таблица 4. «Анализ уровнемеров жидких сред»

Тип уровнемера	Объект измерения	Диапазон измерений: глубина (м)	Достоинства уровнемера	Недостатки уровнемера
1. Буйковые	Топливо, масла, нефтепродукты	До 10 м	Точность измерения в пенящихся жидкостях	Зависимость показания от плотности жидкости, затратная установка и дальнейшая эксплуатация
2. Поплавковые	Жидкости с низкой плотностью	До 25 м	Высокая точность, независимость показаний от состояния поверхности продукта	Сложность монтажа, зависимость показания от плотности среды
3. Гидростатические	Однородные, вязкие жидкости	от 2 до 100 м	Низкая цена, простота конструкции	Низкая точность измерений; ограниченность применения

4.Ёмкостные	Масла, жидкие хладагенты	от 0,2 до 20 м	Надежность, высокая точность	Невозможность работы в вязких жидкостях
5.Акустические	Парящие, бурлящие, дымящие жидкости, жидкости с пеной	От 0,2 до 12 м	Высокая помехозащищенность удобство расположения на резервуаре	Неудобство измерений пенообразующих жидкостей
6.Радарные	Нефтепродукты, вязкие, парящие, неоднородные, взрывоопасные продукты	От 0,5 до 50 м	Высокая точность, стабильность измерения, удобство расположения на резервуаре	Неудобство измерений при кипении или бурлении поверхности продукта
7.Волноводные	Жидкости, границы раздела двух жидкостей	До 32 м	Различные варианты исполнения, возможность измерения при любых состояниях поверхности продукта	Высокая стоимость

Заключение

Многообразие выпускаемых в настоящее время уровнемеров объясняется наличием большего числа задач по контролю и измерению уровня: это измерение уровня жидких сред в различных рабочих условиях, с различной точностью и диапазоном измерения. Каждый выпускаемый измерительный прибор имеет большое количество различных модификаций и опций, позволяющих подобрать наиболее оптимальный вариант для решения любой измерительной задачи в

области уровнеметрии. Поэтому очень важно подобрать нужный уровнемер для измерения уровня жидкости в определенных условиях, чтобы избежать больших погрешностей измерений.

Список информационных источников

1. Винокуров Б.Б. Современная уровнеметрия жидких сред – Томск: Томский политехнический университет, 2014. – С. 118.
2. Вильнина А.В. Вильнин А.Д., Ефремов Е.В., Современные методы и средства измерения уровня в химической промышленности – Томск: Томский политехнический университет, 2011. – С. 207.
3. Фролов А.Г.// Неотехнология. URL: <http://www.neotechnology.ru> (дата обращения: 10.05.2016).
4. «Лимако». Радарные уровнемеры: история создания и перспективы развития систем контроля уровня // ИСУП. – 2011. – № 5.– С. 25-35.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ SOC СИСТЕМ

Янь Юйхао

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: А.В. Юрченко, д.т.н., профессор кафедры физических методов и приборов контроля качества

В сегодняшний день нехватка энергии, загрязнение окружающей среды постепенно увеличивается, в такие ситуации солнечная энергетика становится более актуальной для преодоления кризиса ресурсов. Поэтому улучшение методов измерения параметров солнечных элементов является ключевым фактором при исследованиях и производстве солнечных элементов. С развитием интернета вещей, одним из перспективных направлений развития измерительной техники является создание устройства измерения с помощью миникомпьютера.

(Nowadays, lack of energy and pollution are gradually increasing, in such situations, solar energy is becoming an important research topic to solve this problem. Therefore, improving the methods of measuring of solar cells is a key point in the research and manufacture of solar cells. Moreover,

under the trend of the development Internet of Things (IoT), measuring using a minicomputer has a brightening future).

Ключевые слова (SoC система, встраиваемая система, электронная нагрузка): SoC system, embedded system, electronic load.

Система на кристалле (SoC - System on Chip) - электронная схема, выполняющая функции целого устройства (например, компьютера) и размещенная на одной интегральной схеме.

В зависимости от назначения она может оперировать как цифровыми сигналами, так и аналоговыми, аналого-цифровыми, а также частотами радиодиапазона. Как правило, применяются в портативных и встраиваемых системах.

Если разместить все необходимые цепи на одном полупроводниковом кристалле не удастся, применяется схема из нескольких кристаллов, помещенных в единый корпус. SoC считается более выгодной конструкцией, так как позволяет увеличить процент годных устройств при изготовлении и упростить конструкцию корпуса.

Была разработана система контроля параметров солнечных батарей на основе SoC. Основными преимуществами нашей системы на кристалле являются *миниатюрность* и *универсальность*.

Обычно используются вольтамперную характеристику для измерения параметров СЭ (солнечного элемента) (рис. 1.).

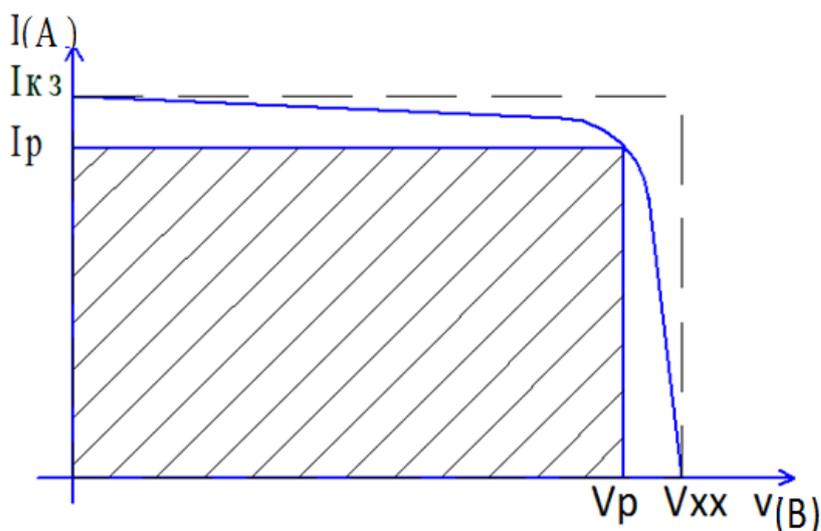


Рис. 1. Вольтамперная характеристика СЭ

Добавил электронную нагрузку R_H на СЭ, Если СЭ замкнут накоротко (сопротивление нагрузки равно нулю), то избыточные, разделенные р-п переходом, сгенерированные носители заряда будут иметь возможность циркулировать через эту короткозамкнутую цепь, создавая максимально возможное значение тока - ток короткого замыкания $I_{кз}$. В этом случае никакого скопления избыточного заряда у р-п перехода не возникает. Потенциальный барьер будет иметь ту же высоту, что и при отсутствии оптического излучения. ФотоЭДС (фотоэлектродвижущая сила) будет равна нулю. Если цепь СЭ разомкнута (сопротивление нагрузки равно бесконечности), то все, разделенные р-п переходом, носители заряда скапливаются у р-п перехода и компенсируют потенциальный барьер, создавая фотоЭДС равное напряжению холостого хода V_{xx} . С управлением сопротивления электронной нагрузки с нуля до предела, вольтамперную характеристику СЭ получается.

Таким образом, измерение состоит из двух частей:

- Считывание значение напряжения и тока СЭ: Beaglebone black представляет 7 доступные разъемы АЦП, так как одновременно измерять несколько параметры возможен.

- Регулирование значение электронной нагрузки: впечатать программу с циклами, которая увеличит значение электронной нагрузки с нуля, когда значение тока СЭ менее 0.1 (значит цепь СЭ разомкнута), измерение завершено.

Обработка остановки является сборанием солнечного элемента, электронной нагрузки, источники освещения и блока питания.

После запуска готового программы, Beaglebone Black запишет данные тока и напряжения солнечного элемента изменением нагрузки, с полученными данными построить вольтамперную характеристику и получить нужные параметры.



Рис. 2. Система контроля параметров солнечных батарей на основе миникомпьютеров Beaglebone

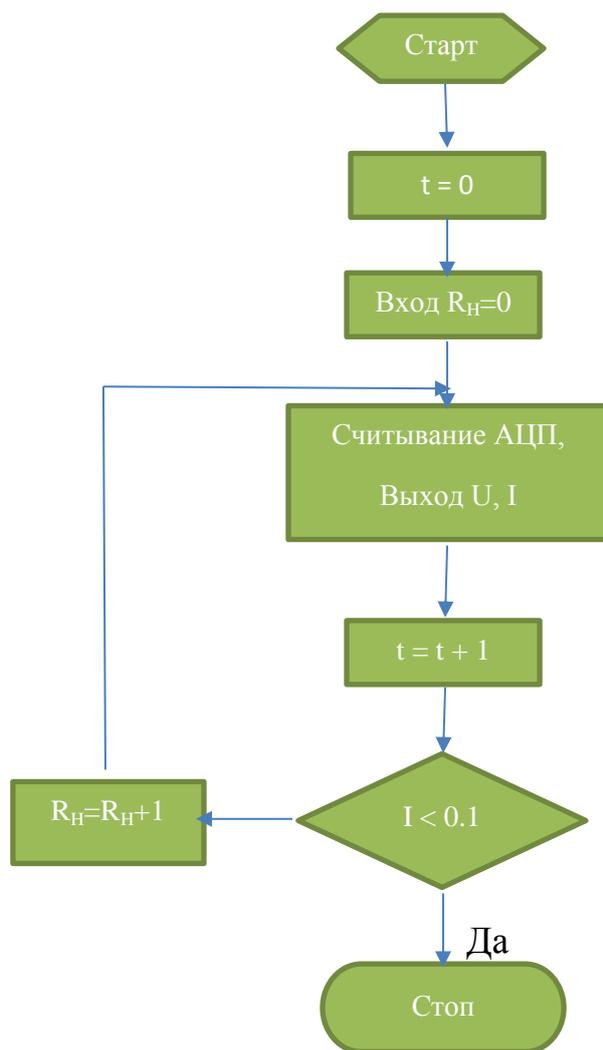


Рис. 3. Алгоритм программы измерения параметров

Список информационных источников

1. Колтун М.М. Оптика и метрология солнечных элементов. – Издательство «НАУКА», 1985. – 33 с.
2. Matt Richardson. Getting Started With BeagleBone. – Maker Media, Inc. 2013. –3 с.
3. Юрченко А.В., Ковалевский В.К., Плотников А.П. Климатические испытания солнечных батарей. Электронная промышленность. 2002 г. № 2-3. С. 189-192.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПРЕКУРСОРОВ НА ДИСПЕРСНОСТЬ ФЕРРИТОВЫХ ПОРОШКОВ

Яруллина А.Р., Николаев Е.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Суржиков А.П., доктор физ.-мат. наук, профессор, заведующий кафедрой физических методов и приборов контроля качества

На свойства конечного продукта, полученного из порошка феррита, значительное влияние оказывают размеры частиц этого порошка. Поэтому для того чтобы добиться необходимых размеров, а, следовательно, и свойств порошка прибегают к дополнительным технологическим операциям, например к механической активации. После ее проведения требуется тщательно контролировать размер частиц порошка феррита.

Ферриты представляют собой химические соединения оксида железа Fe_2O_3 с оксидами других металлов. Ферриты-шпинели имеют такую же структуру, как и минерал шпинели с общей формулой $MeFe_2O_4$, где $Me - Ni^{2+}, Co^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Mg^{2+}, Li^{1+}, Cu^{2+}$ [1].

Механическая активация – это изменение энергетического состояния, физического строения и химических свойств материалов под действием механических сил при тонком измельчении. Количественно механическая активация равна изменению свободной энергии системы под действием механических сил [2].

В данной работе при анализе влияния механоактивации прекурсоров на дисперсность литий-цинковых ферритов использовали метод Брюнера, Эммета и Теллера (БЭТ), который является одним из методов определения удельной поверхности частиц.

Базовой основой теории БЭТ является утверждение, что силы, участвующие в процессе конденсации паров, также отвечают за энергию связи при полимолекулярной адсорбции. Скорость конденсации газовых молекул на адсорбционный слой равна скорости испарения их из этого слоя.

К уравнению БЭТ приводит суммирование для неопределенного числа слоев уравнения адсорбционного равновесия каждого слоя:

$$V = \frac{V_m C p}{(p_s - p) [1 + (C - 1) \frac{p}{p_s}]}, \quad (1)$$

где V_m – объем газа, соответствующий образованию монослоя;

C – константа;

p_s – давление насыщенного газа.

Из термодинамических соображений

$$C = \exp\left(\frac{E_1 - E_l}{RT}\right), \quad (2)$$

где E_1 – теплота адсорбции первого адсорбционного слоя;

E_l – теплота перехода газ—жидкость;

R – универсальная газовая постоянная;

T – абсолютная температура.

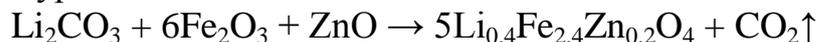
Выражение (2) в линейной форме предстает как

$$\frac{p}{V(p_s - p)} = \frac{1}{V_m C} + \left(\frac{C-1}{V_m C}\right) \frac{p}{p_s} \quad (3)$$

Определение удельной поверхности методом БЭТ основано на нахождении количества вещества, которое адсорбируется на поверхности твердого тела в условиях образования монослойного покрытия. В качестве адсорбата обычно используют инертные газы, которые не вступают в химическое взаимодействие с поверхностью твердых частиц [3].

Методика эксперимента. В качестве исходных реагентов служили оксид железа Fe_2O_3 , карбонат лития Li_2CO_3 , оксид цинка ZnO . Порошки перед взвешиванием просушивались в сушильном шкафу в течение трёх часов при температуре 200°C .

Соотношение исходных компонентов в реакционной смеси было рассчитано по уравнению



Смешивание реагентов для того чтобы получить литий-цинковый феррит $\text{Li}_{0,4}\text{Fe}_{2,4}\text{Zn}_{0,2}\text{O}_4$ производилось в следующей пропорции

- $\text{Li}_2\text{CO}_3 = 6,63 \text{ вес.}\% = 3,182 \text{ г}$;
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 86,054 \text{ вес.}\% = 41,306 \text{ г}$;
- $\text{ZnO} = 7,31 \text{ вес.}\% = 3,51 \text{ г}$.

Полученная смесь была пропущена через мелкое сито три раза для получения гомогенной смеси исходных реагентов.

Для проведения механической активации при различных режимах смесь исходных реагентов была разделена на 4 партии, каждая по 12 грамм. 1 партия – без механической активации, 2 партия – механическая активация в течение 15 минут, 3 – в течение 30 минут, 4 – в течение 60 минут. Механоактивация была произведена в мельнице – активатора планетарного фрикционного типа АГО-2С с

использованием размольных стаканов и шаров из нержавеющей стали. Весовое соотношение порошка и шаров в стакане составляло 1:10.

Данные механоактивированные порошки смеси исходных реагентов были использованы для исследования влияния активации на дисперсность методом БЭТ. Измерения величины удельной поверхности, представленные в табл. №1 проводились по трём образцам для каждого состава.

Таблица №1 – Результаты исследования методом БЭТ

Наименование	Навеска образца, г	Величина удельной поверхности, $S_{уд}$, m^2/g	Среднее значение величины S_{cp} , m^2/g	D, мкм	Условия тренировки образцов
Fe_2O_3	0,4335	8,74 8,71 8,72	8,72	0,1313	Тренировка проходила при нагревании образца в токе смеси газов (гелий+азот) при 120°C в течение 30 минут
Li_2CO_3	0,2263	1,58 1,49 1,53	1,53	1,8586	
ZnO	0,2364	4,86 5,07 4,94	4,96	0,2156	
не МА $Li_{0,4}Fe_{2,4}Zn_{0,2}O_4$	0,1784	8,31 8,38 8,26	8,32	0,1506	
15 мин МА $Li_{0,4}Fe_{2,4}Zn_{0,2}O_4$	0,1939	9,17 9,1 9,31	9,2	0,1362	
30 мин МА $Li_{0,4}Fe_{2,4}Zn_{0,2}O_4$	0,2054	14,02 14,07 13,93	14,01	0,0894	
60 мин МА $Li_{0,4}Fe_{2,4}Zn_{0,2}O_4$	0,3868	24,82 24,87 24,78	24,82	0,0505	

Средний размер частиц определяли при помощи уравнения

$$D = \frac{6}{\rho \cdot S_{cp. уд.}}, \quad (4)$$

где ρ – плотность образца (Fe_2O_3 – 5,242 г/см³, Li_2CO_3 – 2,11 г/см³, ZnO – 5,61 г/см³);

$S_{\text{ср. уд.}}$ – среднее значение величины удельной поверхности.

Для того чтобы определить плотность порошка литий-цинкового феррита пользовались формулой

$$\rho_{\text{Li}_{0.4}\text{Fe}_{2.4}\text{Zn}_{0.2}\text{O}_4} = \frac{m_{\text{Li}_{0.4}\text{Fe}_{2.4}\text{Zn}_{0.2}\text{O}_4}}{\frac{m_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{\rho_{\text{Fe}_2\text{O}_3}} + \frac{m_{\text{Li}_2\text{CO}_3}}{\rho_{\text{Li}_2\text{CO}_3}} + \frac{m_{\text{ZnO}}}{\rho_{\text{ZnO}}}} = 4,79 \text{ г/см}^3 \quad (5)$$

Рассчитанные значения по формуле (4) были занесены в табл. №1.

По данным, представленным в табл. №1 можно заметить, что величина удельной поверхности увеличивается при увеличении времени механоактивации, что обусловлено увеличением дефектности частиц и их размера. По рассчитанным данным видно, что средний размер частиц исходной смеси составил 0,1506 мкм, в то время как при механоактивации этот параметр уменьшается в зависимости от времени активации, то есть при 15 мин – 0,1362 мкм; 30 мин – 0,0894 мкм; 60 мин – 0,0505 мкм. Из вышесказанного можно сделать вывод, что с увеличением времени механоактивации увеличивается дисперсность реакционной смеси.

Список информационных источников

1. Большая советская энциклопедия. Ферриты. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://enc-dic.com/enc_sovet/Ferrit-93532 – свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 10.04.2016).

2. Биленко Л. Ф. Новый справочник химика и технолога. Механическая активация при диспергировании твердых материалов. Сущность механической активации материалов и области ее использования. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/09_protseyy_i_apparaty_khimicheskikh_tekhnologiy_chast_I/5252 – свободный. – Загл. с экрана (дата обращения 25.04.2016).

3. Методы, приборы и результаты определения удельной поверхности алмазных порошков / Никитин Ю. И., Петасюк Г. А. // Сверхтвердые материалы. — 2008. — № 1. — С. 77-93.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Секция 1: Современные системы и технологии в неразрушающем контроле -----	3
<i>Абашкин А.Д., Осипов С.П., Осипов О.С. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ДУАЛЬНЫХ ЭНЕРГИЙ</i>	4
<i>Абрамов М.С. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ЦИФРОВОЙ РАДИОГРАФИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ТИПА УУКМ</i> -----	8
<i>Аймагамбетова Р.Ж. НАУЧНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ КАЧЕСТВА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИЙ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА</i> -----	12
<i>Алибекова А.А., Осипов С.П., Осипов О.С. АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ОДНОРОДНОСТИ МНОГОЦВЕТНЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ПО ЦВЕТНЫМ ФОТОИЗОБРАЖЕНИЯМ</i> -----	16
<i>Андреев И.Д. ПРИМЕНЕНИЕ КАПИЛЛЯРНЫХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ</i> -----	20
<i>Аникин А.В. СВЧ ПЛАЗМОТРОН ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ</i> -----	24
<i>Антюфеев В.К., Губанова А.Р. БЕСПРОВОДНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО</i>	28
<i>Апотин В.С. МЕТРОЛОГИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ</i> -----	30
<i>Бикбулатов А.С. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ГИБРИДНОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ</i> -----	34
<i>Бражанова Д.К. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОСТЕНДОМ ИВ 5</i> -----	38

Бугаев Е. А., Федоров Е. М., Плетнев А. О.	ЛАЗЕРНЫЙ ТРИАНГУЛЯЦИОННЫЙ ПРОФИЛОМЕТР ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ	41
Булгакова О.С.	ВНЕДРЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ХОСИН КАНРИ В ОРГАНИЗАЦИИ	45
Букрина Т.А., Клоков А.В., Смакотин П.В., Емельянова Е.Ю.	РЕЗИСТИВНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ	49
Ван Сяохан	СЕТЬ БЕСПРОВОДНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ДЛИТЕЛЬНОЙ РЕГИСТРАЦИИ ЭКГ	53
Ван Яньчжао	ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ЦИФРОВОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ ДЛЯ ДОСМОТРОВОГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ	56
Ван Юй	ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ИЗОЛЯЦИОННОЙ ОБОЛОЧКИ СЕКТОРНОЙ ЖИЛЫ НАКЛАДНЫМ ВТП	60
Васильева А.Е.	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА «СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ» ДЛЯ ООО «ЛЭМЗ-Т»	65
Васильева С.С.	СПЕЦИФИКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ	69
Величко К.Н.	ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКУПКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ	73
Ворона Р.С.	НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС НА НАНОСЕНСОРАХ	77
Го Вэньцзя	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ТЕРМОГРАММ	81
Гопоненко А.С., Ковалев М.К.	РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ МИКРОКОМПЬЮТЕРА BEAGLEBONE BLACK	84

<i>Дементьев Д.О. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРДЦА</i> -----	88
<i>Е Чжибин ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СЕТИ МЕДИЦИНСКИХ ЭЛЕКТРОДОВ</i> -----	91
<i>Еганов В.А. РАЗРАБОТКА МЕТОДА АКТИВНОГО ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ УДАРНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В АВИАЦИОННЫХ КОМПОЗИТАХ</i> -----	95
<i>Ералинова Г.М. О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ</i> -----	99
<i>Еспенбетов Ж.Р., Малышев А.В. ОЦЕНКА УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ФЕРРИТОВ МЕТОДОМ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАССТЕКЛЕНИЯ</i> -----	102
<i>Етобаева В.А. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ С РАЗВЕРТКАМИ ТИПА В И С</i> -----	105
<i>Жантыбаев А.А., Осипов С.П., Осипов О.С. ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА НА СЖАТИЕ</i> -----	107
<i>Жевтун Е.С., Мэн Цинъян КОНТРОЛЬ РАССТОЯНИЯ ДО ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ</i> -----	111
<i>Жумабекова Ш.Т., Осипов С.П., Ядренкин И.Г. ЦИФРОВАЯ РАДИОГРАФИЯ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ</i> -----	115
<i>Журавский Е.Е., Осипов С.П. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ</i> -----	120
<i>Зайцева А.А. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ И ТЕСТ-ПАНЕЛЕЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛА С ОТКРЫТЫМИ И ТУПИКОВЫМИ ТРЕЩИНАМИ ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ</i> -----	125

Зубрилова М.В. ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСЕНСОРОВ ДЛЯ СЪЁМА ПОВЕРХНОСТНЫХ БИОПОТЕНЦИАЛОВ ЧЕЛОВЕКА -----	129
Иванов Д.Д., Федоров Е.М. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ ИСТИРАНИЕМ ----	132
Иванова В.А. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УЛУЧШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ-----	136
Иванова Т.О. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОЕЗДА МАРШРУТНЫХ ПЕРЕВОЗОК -----	139
Игнатенко К.В., Осипов С.П., Осипов О.С. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ В ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦИФРОВОЙ РАДИОГРАФИИ-----	143
Карбина Ю.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕНТГЕНОСКОПИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ-----	147
Киселёв Е.К. РАЗРАБОТКА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ЁМКОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ НА ОСНОВЕ ФАЗОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА -----	151
Коба А.А. РАСЧЕТ ДИАМЕТРА В БЕСКОНТАКТНЫХ ТРЕХКООРДИНАТНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЯХ С РАСХОДЯЩИМСЯ ЛАЗЕРНЫМ ПУЧКОМ -----	155
Коломейцев А.А., Смолянский В.А. СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ ЦИКЛОВ РАБОТЫ БЕТАТРОНА МИБ-4 И ЛИНЕЙНОГО ДЕТЕКТОРА ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ X-Scan iHE2-----	160
Корзенюк И.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ БЕТОНА СО СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ ПО ПАРАМЕТРАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА ПРИ УДАРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ -----	164
Кундянова У.П. НАНОТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ-----	168
Курманбек кызы Нурзат КОРПОРАТИВНАЯ КУЛЬТУРА МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ-----	172

<i>Левицкая А.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ВЫХОДНОМ КОНТРОЛЕ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНОЙ ПЛИТЫ</i> -----	174
<i>Лифанова А.В. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ СТАНДАРТА ИСО 50001 В ИНТЕГРИРОВАННУЮ СМ</i> -----	177
<i>Лыков А.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТКЛИКА НА ИМПУЛЬСНОЕ УДАРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ В ПРОЦЕССЕ ИЗГИБА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ</i> -----	180
<i>Мазиков С.В. РАЗРАБОТКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ ЕМКОСТИ САР-10.1</i> -----	183
<i>Мазиков С.В., Гальцева О.В., Нешина Е.Г. СИСТЕМА ЭКСПОРТНОГО КОНТРОЛЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В ТПУ</i> -----	187
<i>Ма Синсин, Степанов А.Б. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МНОГОЭЛЕМЕНТНОГО ЁМКОСТНОГО ДАТЧИКА УРОВНЯ</i> -----	190
<i>Ма Юньтянь ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ КРЕПЛЕНИЯ ВИБРОДАТЧИКОВ НА ОБЪЕКТЕ КОНТРОЛЯ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ВИБРАЦИИ</i> -----	196
<i>Маликов Р.А., Ширяев В.В., Чулков А.О. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ ЦИКЛИЧЕСКОГО НАГРЕВА ОБЪЕКТА ПРИ АКТИВНОМ ТЕПЛОВОМ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОДИОДОВ</i> -----	199
<i>Матвеев И.Г. СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ДАТЧИКОВ НА ДВИЖЕНИЕ В ЗОНЕ КОНТРОЛЯ</i> -----	202
<i>Марукян В.М., Фаерман В.А. ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСОБЕННОСТИ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ТЕЧЕПОИСКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ</i> -----	206

<i>Мезенцева М.А., Юрченко Е.В. НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ГЛЮКОЗЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ</i> -----	211
<i>Мезенцева М.А., Кузнецов В.В., Мехтиев А.Д. УСТРОЙСТВА И МЕТОДИКИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЛИЦ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ СИСТЕМАТИЧЕСКОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ НАГРУЗОК И ФАКТОРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ</i>	217
<i>Мерзляков А.В. РАЗРАБОТКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИНТЕРФЕЙСОВ ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДМТ-419</i> -----	221
<i>Митрюшкина Н.А. МИОГРАФИЧЕСКИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ</i> -----	223
<i>Мельнов К.В., Хайруллин А.Р., Глиненко Е.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ГАСИТЕЛЯ КОЛЕБАНИЙ</i> -----	226
<i>Могильницкий В.С. ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ</i> -----	228
<i>Монич Н.В. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА — ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ</i> --	233
<i>Мордус Р.В. РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО ПЕРЕДВИЖНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТЕОКОМПЛЕКСА</i> -----	235
<i>Николаев К.В. ИЗМЕРЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ЖИЛЫ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА</i> -----	239
<i>Омарова Д.М., Васильева К.А., Моторов М.В., Пономарев А.А. КОНТРОЛЬ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ОБЛИЦОВЫМИ ПЛАСТИНАМИ СЭНДВИЧ ПАНЕЛИ ВИХРЕТОКОВЫМ МЕТОДОМ</i>	243
<i>Петрова А. Б., Петров М. В. МОТИВАЦИЯ КАК ФАКТОР УСПЕШНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ</i> -----	247
<i>Плискин А.В., Чулков А.О. ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ СКРЫТОЙ КОРРОЗИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЛНОВОГО НАГРЕВА</i> -----	249

Подворчан Ю.А., Осипов С.П. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПЕНОБЕТОНА НА МИКРОТОМОГРАФЕ «ОРЁЛ–МТ» -----	253
Полторанина О.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ БЕСКОНТАКТНОЙ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ-----	257
Помишин Е.К., Яворович Л.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ОБРАЗЦОВ МАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ -----	261
Попков А.А. ЛОКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПУТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗОВОЙ РАЗНОСТИ МЕЖДУ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ-----	265
Поугарт В.Р. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ-----	270
Пронина А.Е. ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРЕВА ПОЛИМЕРОВ ПРИ ТЕРМИЧЕСОМ АНАЛИЗЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ-----	273
Пронищев Е.А. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ДЕФЕКТОВ В ОБРАЗЦАХ ДЛЯ СДАЧИ ПРАКТИЧЕСКОГО ЭЗАМЕНА ПО МЕТОДАМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ -----	276
Пучихина А.А. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЕКТОВ «ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ РОСАТОМ» -----	279
Рабенко Е. Б. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕГЛАМЕНТАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В КОМПАНИИ-----	283
Разумова А.А., Ширяев В.В. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ АКТИВНОГО ТЕПЛОВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ВОДЫ В СОТОВЫХ ПАНЕЛЯХ-----	288
Родионова М.А. ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ И ПОСЛЕДСТВИЙ РИСКОВ В ПРОЦЕССАХ ОРГАНИЗАЦИИ -----	292

Рюмкин А.В. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ ЕМКОСТИ САР-10 ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДА -----	296
Рябов А.Е. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ДЕЛИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ -----	300
Сабитова Ж.К. МОДЕЛЬ ВНЕДРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА -----	303
Савкин К.Д. КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ -----	307
Сагалакова А.Г. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ РЕКОНСТРУКТИВНАЯ ТОМОГРАФИЯ НА ОСНОВЕ СЕКТОРНОГО СКАНИРОВАНИЯ --	311
Самойлова С.А. МЕТОДИКА ВНЕДРЕНИЯ 5S НА РАБОЧЕЕ МЕСТО	313
Семенова Е.А., Белкин Д.С., Барбина Н.В. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА АТТЕСТАЦИИ, КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ-----	317
Серикбосын Е.А. МЕТОДЫ НЕИВАЗИВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ САХАРА В КРОВИ-----	321
Синебрюхова В.Ю. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ СТАНДАРТА ISO 9001:2015-----	325
Солдатов В.С, Лежнина И.А., Уваров А.А. НОСИМОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ КРУГЛОСУТОЧНОГО МОНИТОРИНГА АРИТМИИ-----	330
Струговцов Д.В., Осипов С.П. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСПЕКЦИОННЫХ ДОСМОТРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ С ФУНКЦИЕЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЕЩЕСТВ ОБЪЕКТОВ КОНТРОЛЯ-----	334
Суртаева А.В. ПРАКТИКА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ: УЛУЧШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ -----	338

Сыдыков Ж.Б. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ПРОДОЛЬНЫХ ВОЛН -----	341
Тилекматов И.Э. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА -----	348
Тимофеев В.Ю. СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЛНЕНИЯ ДЛЯ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ -----	351
Тимофеева Е.К. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ -----	355
Тойчбай Э., Астафьев А.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА ЛИТИЙ-ТИТАНОВЫХ ФЕРРИТОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ТЕРМИЧЕСКОГО И РФА АНАЛИЗОВ -----	359
Трофимчук С.А. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ АПЕРТУРНЫХ ИСКАЖЕНИЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МАССИВОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ -----	363
Турсунбекова Б.Н. РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ ПЕРСОНАЛА НА ОСНОВЕ КЛЮЧЕВЫХ КРИТЕРИЕВ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ В ООО "ТОМСКВОДОКАНАЛ" -----	367
Тусунбекова Г.М. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ФЕРРИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ НАЧАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ -----	371
Тянь Юнь ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ ЛЕГКОСПЛАВНЫХ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ -----	376
Устюгов Д.А. ВИХРЕТОКОВЫЙ ТОЛЩИНОМЕР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СТЕНОК ЛЕГКОСПЛАВНЫХ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ ---	381

Фидченко М.В., Лысенко Е.Н. ВЛИЯНИЕ НАМАГНИЧЕННОСТИ ФЕРРИТОВ НА МАГНИТОФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД ПРИ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ -----	383
Фу Аохань, Степанов А.Б. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ -----	388
Хайруллин А.Р., Мельнов К.В., Глиненко Е.В. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ -----	393
Хабаров А.Н. ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ -----	398
Цзя Чэнь ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО ДОПЛЕРОВСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ СКОРОСТИ -----	401
Цыбенков Д-Ц.А. РАЗРАБОТКА МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТНОСТИ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ЯВЛЕНИЯ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ -----	405
Чекарова С.А. УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ В ОРГАНИЗАЦИИ	409
Чесноков Д.В. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА БИНАРНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ -----	413
Чечет Д.М. ТЕОРИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ: ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ	418
Чжан Сяолян, Ларионова Л.В., Глиненко Е.В. МЕТОД ВИБРАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ -----	422
Чжан Жуйчжи ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ОБРАЗЦАХ ГОРНЫХ ПОРОД -----	428
Шабуров Д.Ш. РАДИОВОЛНОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ ТРУБОПРОВОДОВ -----	431
Шибико А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ -----	434

Яблокова С.А.	АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ	438
Яковлева Е.В.	НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА АККРЕДИТАЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	443
Якшигильдина Р.И.	АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ЖИДКИХ СРЕД	447
Янь Юйхао	СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ SoC СИСТЕМ	451
Яруллина А.Р., Николаев Е.В.	ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПРЕКУРСОРОВ НА ДИСПЕРСНОСТЬ ФЕРРИТОВЫХ ПОРОШКОВ	456

Научное издание
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ
Сборник трудов
VI Всероссийской научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Неразрушающий контроль: электронное приборостроение,
технологии, безопасность»
Издано в авторской редакции
Компьютерная верстка *О.В. Гальцева*
Дизайн обложки *Д.Н. Огородников*

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати **20.09.2016**. Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка»
Печать XEROX. Усл. печ. л. 34,7. Уч.-изд. л. 31,4.
Заказ 1264 Тираж 10 экз.

Национальный исследовательский Томский политехнический
университет

Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета

сертифицирована

NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO
9001:2008

ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru

